

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta chemická

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Brno, 2019

Martin Gajdušek



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA CHEMICKÁ**

FACULTY OF CHEMISTRY

**ÚSTAV CHEMIE POTRAVIN A BIOTECHNOLOGIÍ**

INSTITUTE OF FOOD SCIENCE AND BIOTECHNOLOGY

**STUDIUM VYBRANÝCH TECHNOLOGICKÝCH  
VLASTNOSTÍ LÉKOŘICOVÉ HMOTY**

STUDY OF SELECTED TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF LICORICE MASS

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

Martin Gajdušek

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

RNDr. Milena Vespalcová, Ph.D.

**BRNO 2019**

## Zadání bakalářské práce

Číslo práce: FCH-BAK1436/2018 Akademický rok: 2018/19  
Ústav: Ústav chemie potravin a biotechnologií  
Student: **Martin Gajdušek**  
Studijní program: Chemie a technologie potravin  
Studijní obor: Potravinářská chemie  
Vedoucí práce: **RNDr. Milena Vespalcová, Ph.D.**

### Název bakalářské práce:

Studium vybraných technologických vlastností lékořicové hmoty

### Zadání bakalářské práce:

Literární část:

- 1) Botanická charakteristika lékořice (*Glycyrrhiza glabra*) a účinné látky obsažené v jejím kořeni
- 2) Potravinářské využití lékořice
- 3) Složení a použití lékořicové hmoty

Experimentální část:

- 1) Studium moučných zrn mikroskopem
- 2) Teplotní interval pro sušení lékořicové hmoty
- 3) Stanovení sacharidů v lékořicové hmotě
- 4) Zpracování a vyhodnocení výsledků

### Termín odevzdání bakalářské práce: 31.5.2019:

Bakalářská práce se odevzdává v děkanem stanoveném počtu exemplářů na sekretariát ústavu. Toto zadání je součástí bakalářské práce.

-----  
Martin Gajdušek

student(ka)

-----  
RNDr. Milena Vespalcová, Ph.D.

vedoucí práce

-----  
prof. RNDr. Ivana Márová, CSc.

vedoucí ústavu

V Brně dne 31.1.2019

-----  
prof. Ing. Martin Weiter, Ph.D.  
děkan

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce se zabývá studiem vybraných technologických vlastností lékořicové hmoty. Mikroskopickým pozorováním bylo zjištěno, že při obsahu více než 10 % rozvařených škrobových zrn nebo při obsahu více než 30 % nenabobtnalých zrn nedosahuje hmota požadovaných vlastností pro další zpracování. Technologický úbytek během sušení je závislý především na čase, avšak i na umístění v sušárně, a to jak výškově, tak prostorově. Nejvyššího technologického úbytku bylo dosaženo především v nejvyšších polohách v sušárně. Kapalinovou chromatografií bylo stanoveno 11,8 % glukózy, 9,2 % fruktózy, 23,3 % sacharózy v lékořicové hmotě před vařením; 11,9 % glukózy, 9,4 % fruktózy, 22,6 % sacharózy v uvařené hmotě; 12,7 % glukózy, 10,8 % fruktózy a 20,1 % sacharózy v usušených lékořicových výrobcích.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Lékořice, lékořicová hmota, sacharidy, HPLC, technologický úbytek, sušina, cukrovinky, škrobová zrna, glycyrrhizin

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis deals with the study of selected technological properties of liquorice matter. By microscopic observation it was found that at a content of more than 10% of the boiled starch grains or more than 30% of the non-swollen grains, the mass does not achieve the desired properties for further processing. Technological loss during drying depends mainly on time, but also on location in the oven, both in height and space. The highest technological loss was achieved mainly in the highest positions in the oven. By liquid chromatography was determined 11.8% glucose, 9.2% fructose, 23.3% sucrose in liquorice mass prior to cooking; 11.9% glucose, 9.4% fructose, 22.6% sucrose in cooked matter; 12.7% glucose, 10.8% fructose and 20.1% sucrose in dried liquorice products.

## **KEY WORDS**

Liquorice, liquorice mass, carbohydrates, HPLC, technological loss, dry matter, confectionery, starch grains, glycyrrhizin

GAJDUŠEK, Martin. *Studium vybraných technologických vlastností lékořicové hmoty*. Brno, 2019. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, Ústav chemie potravin a biotechnologií. Vedoucí práce Milena Vespalcová.

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a že všechny použité literární zdroje jsem správně a úplně citoval. Bakalářská práce je z hlediska obsahu majetkem Fakulty chemické VUT v Brně a může být využita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího bakalářské práce a děkana FCH VUT.

.....  
podpis studenta

## PODĚKOVÁNÍ

Rád bych na tomto místě poděkoval paní RNDr. Mileně Vespalcové, Ph.D. za odborné vedení práce, cenné rady a pomoc při kompletaci práce. Dále bych rád poděkoval paní Ing. Martině Lojkáskové a panu Ing. Tomáši Haruštíakovi z firmy The Candy Plus Sweet Factory, s.r.o. za pomoc a odbornou konzultaci při experimentech prováděných během výrobního procesu.

## OBSAH

1.	ÚVOD .....	8
2.	TEORETICKÁ ČÁST.....	9
2.1	Taxonomické zařazení Lékořice lysé ( <i>Glycyrrhiza glabra</i> ).....	9
2.2	Morfologie .....	9
2.3	Několik variet <i>Glycyrrhiza glabra</i> .....	10
2.4	Agrotechnické požadavky pěstování lékořice .....	11
2.4.1	Posklizňové úpravy a uchování .....	12
2.5	Obsahové látky .....	12
2.5.1	Přehled obsahových látek.....	13
2.5.2	Glycyrrhizin .....	14
2.5.3	Flavonoidy.....	15
2.6	Farmakologické účinky lékořice ( <i>Glycyrrhiza glabra</i> ).....	17
2.6.1	Antioxidační účinky .....	17
2.6.2	Antiulcerózní účinek .....	17
2.6.3	Antivirový účinek.....	17
2.6.4	Antimikrobiální účinky .....	18
2.6.5	Protizánětlivé účinky.....	18
2.7	Potravinářské využití lékořice .....	18
2.7.1	Cukrovinky .....	19
2.7.2	Nealkoholické nápoje .....	19
2.7.3	Alkoholické nápoje .....	20
2.7.4	Další využití .....	20
2.8	Složení lékořicové hmoty .....	20
2.8.1	Melasa .....	20
2.8.2	Invertní cukr .....	21
2.8.3	Lékořicový extrakt .....	22
2.8.4	Glukózo-fruktózový sirup .....	23
2.8.5	Cukr .....	24
2.8.6	Pšeničná mouka.....	24
2.8.7	Karamel .....	25

2.8.8	Kyselina sorbová .....	25
2.8.9	Anethol .....	26
2.9	Postup výroby lékořicové hmoty a výrobků .....	27
2.9.1	Vaření .....	27
2.9.2	Tvarování .....	28
2.9.3	Sušení .....	28
3.	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST .....	29
3.1	Stanovení celkové sušiny sušením .....	29
3.2	Stanovení technologického úbytku během sušení vzhledem k poloze v sušárně .....	29
3.3	Mikroskopické pozorování škrobových zrn v lékořicové hmotě .....	30
3.4	Stanovení obsahu cukrů kapalinovou chromatografií (HPLC) .....	30
4.	VÝSLEDKY A DISKUSE .....	32
4.1	Stanovení celkové sušiny sušením .....	32
4.2	Stanovení technologického úbytku během sušení v závislosti na umístění v sušárně 34	
4.3	Mikroskopické pozorování škrobových zrn v lékořicové hmotě .....	38
4.4	Stanovení obsahu cukrů kapalinovou chromatografií (HPLC) .....	40
5.	ZÁVĚR .....	41
6.	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	42
7.	SEZNAM ZKRATEK .....	46
8.	PŘÍLOHY .....	47

# 1. ÚVOD

Lékořicové cukrovinky jsou tradiční a stále velmi oblíbenou pochutinou, která je vyhledávána pro svou specifickou nezaměnitelnou chuť. Vyrábějí se různé varianty těchto cukrovinek od tradičních černých pendreků, přes lékorky až po lékořicové bonbóny různých, třeba i netradičních chutí.

Základem je však vždy vařená lékořicová hmota. Specifikem oproti ostatním cukrovinkám tohoto typu (želatinové nebo pektinové bonbóny) je použití pšeničné mouky, která výrazně ovlivňuje vlastnosti hmoty – tvoří masu takzvaně „živou“. Lékořicovou hmotu s obsahem mouky je pro dosažení požadovaných výsledných vlastností nutné správně uvařit a po extruzi dobře usušit.

Během výroby mohou nastat problémy týkající se např. konzistence a vlastností hmoty po uvaření nebo problémy s nerovnoměrným sušením této hmoty.

Cílem této bakalářské práce bylo mikroskopicky pozorovat škrobová zrna v uvařené lékořicové hmotě, z čehož lze usuzovat na kvalitu hmoty pro další zpracování. Dále byl studován technologický úbytek v závislosti na čase a umístění lékořicového polotovaru v sušárně, za účelem zjištění vlastností sušárny s výhledem zlepšení efektivity sušení a zkrácení celkového času výroby. Pro porovnání obsahu cukrů během výrobního procesu byla provedena HPLC analýza zaměřená na kvalitu a kvantitu sacharidů.



## 2. TEORETICKÁ ČÁST

### 2.1 Taxonomické zařazení Lékořice lysé (*Glycyrrhiza glabra*)

Říše:	rostliny ( <i>Plantae</i> )
Podříše:	vyšší rostliny ( <i>Eumobionta</i> )
Oddělení:	krytosemenné ( <i>Magnoliophyta</i> )
Třída:	vyšší dvouděložné ( <i>Rosopsida</i> )
Řád:	bobotvaré ( <i>Fabales</i> )
Čeleď:	bobovité ( <i>Fabaceae</i> )
Rod:	lékořice ( <i>Glycyrrhiza</i> )

### 2.2 Morfologie

Lékořice lysá se řadí mezi vytrvalé rostliny, vyrůstající z oddenku, který je hluboko pod zemí poměrně málo rozvětvený. Dlouhé kořeny (až 1,5 metru) se rozlézají vodorovně a jejich tloušťka se pohybuje okolo jednoho centimetru. Na povrchu je kořen našedivělý, uvnitř pak má na průřezu barvu žlutou. Nad zemí má rostlina podobu jeden až dva metry vysoké, silné, jemně chlupaté až lysé lodyhy. Lichozpeřené listy se skládají z pěti až sedmi vejčitých, krátce řapíkatých a na rubu lepkavých celokrajných lístků. V červnu až červenci se rozvíjejí květy, uspořádané do stopkatých hroznů obsahujících 16-38 květů a jsou vždy kratší než list, z jehož paždí vyrůstají. Samotné kvítky mají ve dva pysky rozeklaný pětizubý, žláznatě chlupatý kalich, modrou nebo fialovou korunu, deset tyčinek, vřetenovitou čnělku. Blizna je šikmá a kulovitá. Prašníky jsou na vrcholu spojené, lysý svrchní semeník později dospívá v nepukavý lusk obsahující 1-4 zploštělá vejcovitě podlouhlá semena. [1,7]

Typickým domovem této byliny jsou země Středomoří, kde planě roste na světlých místech, zejména travnatých plochách. Již po dlouhou dobu je pěstována také na polích pro potravinářské a léčebné účely, nejvíce ve Španělsku, v jižním kraji Kalábrie v Itálii, na Sicílii a také v Řecku. Vývozcem je však také Izrael. Dříve byla lékořice pěstována také u nás, zejména na jižní Moravě v okolí Mikulova a Bzence, v dnešní době se zde vyskytuje již jen místy zplanělá. [1,2]



Obrázek 1: rostlina a květ lékořice lysé [3]

### 2.3 Několik variet *Glycyrrhiza glabra*

#### ***Glycyrrhiza glabra*, var. *Typica***

Stonky této variety jsou téměř lysé, lístky jsou na rubu žláznatě ochlupené. Květy tvoří kopinaté kališní lístky s korunními plátky zbarvenými do modra. Silné kořeny mají na povrchu šedohnědou korkovitou vrstvu. Plodem je lysý lusk. Vyskytuje se v jižní Evropě, na Kavkazu a v severním Iránu. [4,5]

#### ***Glycyrrhiza glabra*, var. *Glandulifera***

Glandulifera má žláznaté nebo slabě chlupaté stonky, plodem je na povrchu ostnitý lusk obsahující více semen. Květy jsou fialové a má silné boční kořeny. Vyskytuje se v jižní Evropě a Asii, proto tzv. „ruské sladké dřevo“. [4,5]

#### ***Glycyrrhiza glabra*, var. *Pallida***

U variety pallida je květenství specificky delší než přilehlý list, červenobílý kalich je žláznatě chlupatý s malými zoubky. Stonky mají přitisklé chloupky. Původ z Malé Asie. [4,5]

#### ***Glycyrrhiza glabra*, var. *Violacea***

Květy jsou fialové, lísky má menší a více eliptické. Kališní lístky jsou trojrohé. Původ má v oblasti Eufratu v Malé Asii. [4,5]

## **2.4 Agrotechnické požadavky pěstování lékořice**

### **Poloha**

Lékořice se pěstuje na poměrně suchých teplých místech, v chráněných polohách se sluneční expozicí v údolích nebo ideálně na jižních svazích. Bylina je rozšířena především v jižní Evropě a západní Asii, méně pak v Austrálii a na americkém kontinentě. V českých zemích byla pěstována od 16. století, dnes už se však pěstuje jen v malé formě nebo se vyskytuje zplanělá v místech, kde se dříve pěstovala. [4,5]

### **Půda**

Rostlina vyžaduje hluboké půdy, spíše lehčího charakteru s dostatkem vláhy, vápníku a humusu. Kyprá půda podporuje dobrý rozvoj kořenů a oddenků, naopak těžké a přemokřené půdy jsou zcela nevhodné. Nejlepších výnosů bylo dosaženo v půdách s hladinou spodní vody od 0,8 do 1,5 metru. Na podzim je vhodné pozemek obdělat pluhem a spodním kypřičem, pokud je to možné až do hloubky 1 metru. [4,5]

### **Předplodina**

Pěstuje se na pozemcích po hnojených okopaninách nebo jiných plodinách. Lze také rostlinu použít jako regenerační plodinu pro vinice. Jako předplodina sama lékořice není vhodná, díky svému vytrvalému charakteru a dlouhým kořenům půdu vyčerpává do velkých hloubek. Odlomené oddenky a pupeny pak navíc mohou v dalších letech zaplavovat následné kultury. Určitou meliorační schopnost má však pro zakládání nových vinohradů. [4,5]

### **Hnojení**

Hnojí se na podzim chlévským hnojem. Ještě před výsadbou se do půdy přidává větší množství živin pomocí minerálních hnojiv, zvláště pozvolna se rozkládajících. Na 1 ha půdy je přiměřenou dávkou 50-70 t hnoje, 0,3 t superfosfátu a 0,2 t ledku rozděleného do tří dávek v prvním roce. Rostlina je náročná na draslík a kyselinu fosforečnou.

V dalších letech se používá udržovací hnojení nebo se hnojí na základě půdního rozboru. Chlévský hnůj je pak vhodné navážet každým druhým rokem nebo každým rokem na jaře dodat dusík. U všech zásobních hnojiv je nutné hloubkové zapravení do půdy. [4,5]

### **Vegetativní množení – oddenky**

Lékořice se vegetativně množí odnožemi z oddenků, vodorovně rostoucích pod zemí, o délce 30-50 cm, které se řezou asi 1 cm nad očkem ostrým nožem. Získány jsou při sklizni na podzim. Lékořice se může také množit podzemními částmi lodyh nebo výhonky nařezanými na 10-20 cm se dvěma pupeny. Sázejí se na podzim nebo na jaře do řádků asi 1 m širokých a 0,5 m od sebe vzdálených. Vkládají se šikmo do půdy a první výhonky se objevují pět týdnů po sadbě. [4]

### **Generativní množení – semeny**

Semena s tvrdou slupkou pomalu klíčí ve tmě v průběhu čtyř týdnů. Klíčivost je okolo 50 %, vzházivost 5-10 %. Tento způsob množení je vhodný jen u některých druhů, ne všechny druhy lékořice totiž kvetou nebo nasazují semena. Z důvodu pomalého vývoje

rostliny pocházející ze semene je generativní množení méně vhodné. Semena je přínosné před nasazením namáčet ve vodě nebo zředěné kyselině sírové pro narušení tvrdého osemení. [4]

### **Ošetření**

Při prvním roce pěstování se v meziřádcích pěstuje jiná plodina, po objevení mladých výhonků se rostlina pleje a okopává. Na podzim začínou lodyhy usychat, ořežou se a pole se pohnojí a lehce okope. V dalších letech se již pouze okopává. Vegetační doba je 28-32 týdnů. [4,5,6]

### **Sklizeň**

Lékořice se sklízí ve třetím až čtvrtém roce od vysazení. Na podzim, v říjnu a listopadu se sklízí kořeny, které se obtížně loupou. Další možností je sklizeň na jaře ještě před vyrašením nových výhonků. Za účelem lepší čistoty kořenů se sklízí nejlépe za suchého počasí. Sklizeň se může řídit i na základě obsahu glycyrrhizinu, kterého kořeny nejvíce obsahují v době kvetení – v červnu, nejméně pak v srpnu. Při pěstování ze semen se první sklizeň oddaluje na šestý nebo sedmý rok. [4,5,6]

Po odřezání lodyhy se ze země opatrně vykopávají jen dlouhé postranní kořeny, které se odřežou od oddenků, aniž by došlo k poškození rostliny. Trvalé kultury se sklízí každý druhý až třetí rok a stálá sklizeň je umožněna vysazováním nových kultur mezi staré rostliny. [4,5,6]

#### **2.4.1 Posklizňové úpravy a uchování**

Sklizené kořeny jsou rychle umyty, důkladně očištěny a rozděleny na základě tloušťky. Není nutné je loupat, jen tlustší kořeny jsou rozřezány na půl. Následně se kořeny nasekají na délku 25 cm a svážou do otepí. Nejjakostnější kořeny jsou až z desetileté kultury.

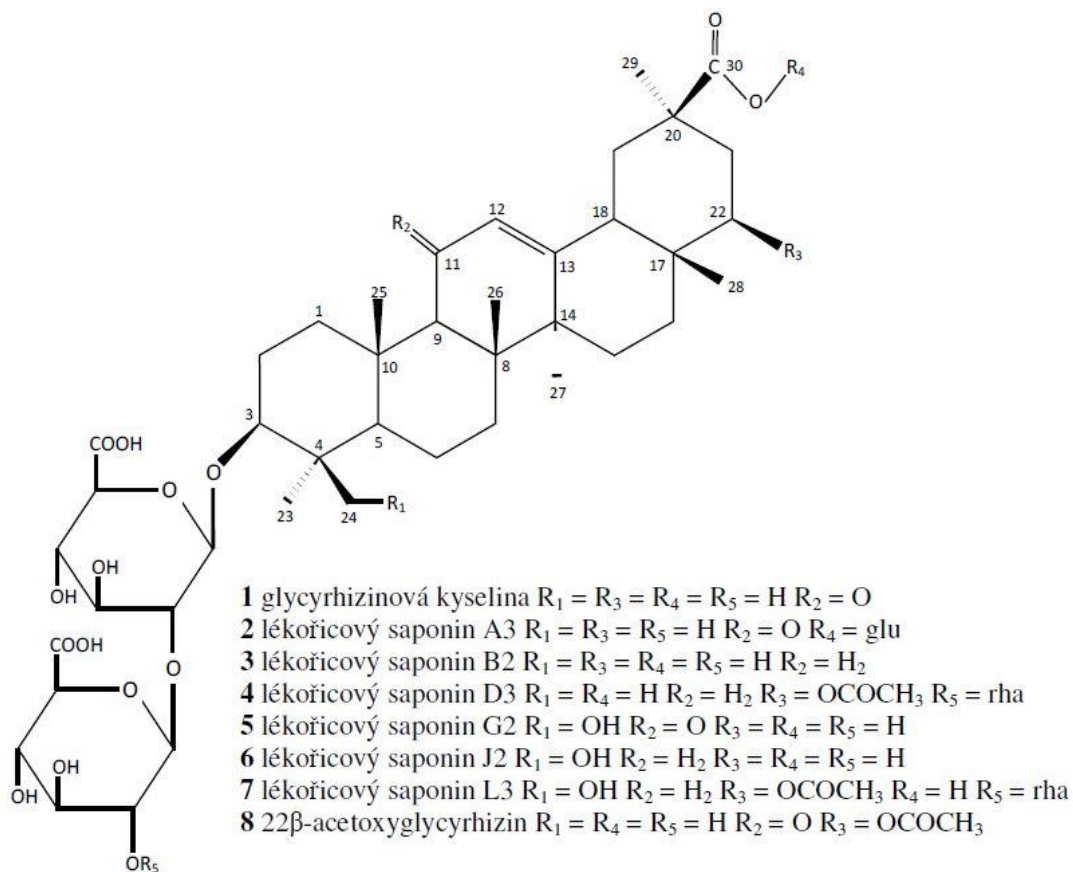
Pro urychlení následného sušení je kořeny vhodné oloupat, aby došlo k jeho urychlení a odstranila se nevhodná část. Sušení probíhá v tenkých vrstvách na stinných vzdušných místech přirozeným teplem, ideálně při 25-35 °C. I při sušení umělým teplem nesmí teplota přesáhnout hranici 40 °C. Dobře usušený produkt by se měl tříštivě lámat, pokud je droga vlhká, ohýbá se. Usušený kořen má sladkou chuť, slabý charakteristický zápach a sírově žlutou barvu. Poměr ztráty hmotnosti sušením je asi 3:1. Droga se skladuje na suchých místech v dobře uzavřených obalech bez přístupu světla. [4,5,6]

### **2.5 Obsahové látky**

V kořenech lékořice je obsaženo více než 100 sloučenin, zahrnující účinné a senzoricky významné látky z nichž jsou některé obsaženy ve větším množství. Účinné látky tvoří 40-50 % hmotnosti sušiny. Komplex tvoří dvě hlavní skupiny významných látek, a to triterpenoidní saponiny a fenolické sloučeniny (flavonoidy a kumariny), dále jsou obsaženy polysacharidy, monosacharidy, pektin, aminokyseliny, minerální látky, lipidy, silice a mnoho dalších látek ve stopovém množství. [24,25]

### 2.5.1 Přehled obsahových látek

**Triterpenoidní saponiny** (do 15 %) – jsou hlavní látkou obsaženou v kořeni lékořice, díky nimž má droga specificky sladkou chuť. Saponiny jsou v lékořici přítomny zejména ve formě glukuronidů, derivátů glukuronové kyseliny. Mezi tyto látky patří glycyrrhizin, který tvoří většinu (1,5-10 %), a organické kyseliny (kyselina glycyrrhetinová, kyselina glabrinová, kyselina liquiririová). [6,8]



Obrázek 2: lékořicové saponiny [8]

#### Flavonoidy:

- ❖ flavonový glykosid liquiritin
- ❖ chalkony – isoliquiritin, rhamnoliquiritin
- ❖ flavonoly – isokvercitrin, astragalin, galangin
- ❖ flavony – apigenin, vitexin
- ❖ isoflavonoidy – formononetin, glabrokumaron B, kanzonol U, vestitol
- ❖ liquiricigenin, formononetin, isoflavonoly, isoflaveny a kumestany [4,6,8,9]

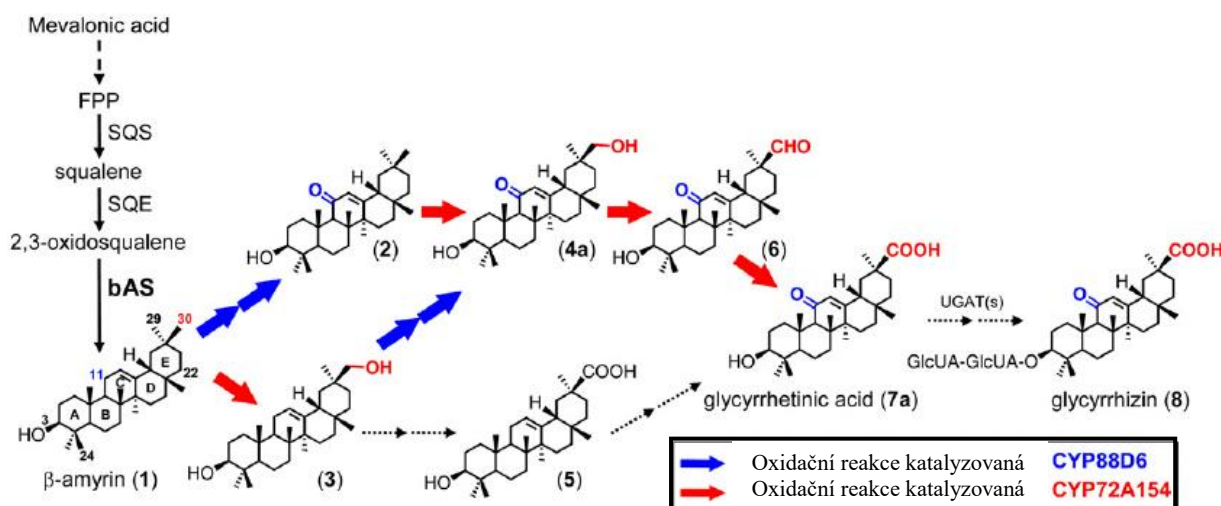
### Další obsažené látky:

- ❖ škrob 25-30 %
- ❖ sacharidy (8,1-9,3 %) – sacharóza, glukóza
- ❖ asparagin
- ❖ oxykumaríny – umbeliferon, herniarín,
- ❖ sterin
- ❖ pryskyřici
- ❖ cyklitoly – pinitol
- ❖ látky typu steroidních estrogenních hormonů – estradiol, estron
- ❖ hořčiny – glycyramarin
- ❖ silice – anetol, eugenol, linalol, estragon, indol
- ❖ terpenoidy – kyselina glukuronová, glycyrrhetol
- ❖ mannit
- ❖ řadu mono a oligo sacharidů s uronovými kyselinami
- ❖ kanavanin – obsažen v semenech, je toxický
- ❖ stopové prvky – organicky vázané železo, mangan, měď, kobalt, fosfor, draslík, vápník, hořčík, sodík a zinek) [4,6,8,9]

#### 2.5.2 Glycyrrhizin

Jedná se o termostabilní látku kyselého charakteru označovanou také jako kyselina glycyrrhizinová. Řadí se mezi triterpenové saponiny, které jsou hlavní obsahovou složkou lékořicové drogy a jsou zodpovědné za výraznou sladkou chuť. Pro srovnání je asi padesátkrát sladší než řepný cukr sacharóza, díky čemuž je ve světě hojně používán jako sladidlo. Tato kyselina se v přírodě, tedy i v lékořici, vyskytuje jako sodná nebo draselná sůl, jejíž vodný roztok pění. Je to glykosidní sloučenina kyseliny glycyrrhetinové a disacharidu, který se skládá ze dvou molekul  $\beta$ -D-glukuronové kyseliny. Odštěpením cukerné složky mizí sladká chuť. Kyselina glycyrrhetinová není sladká, avšak působí protizánětlivě, zabraňuje růstu virů a bakterií. [4,6,12]

S největší pravděpodobností je glycyrrhizin odvozen od triterpenu  $\beta$ -amyrinu, který je prvním produktem cyklizace 2,3-oxidosqualenu. Dle současných studií je v následujících krocích biosyntézy zahrnuta série oxidativních procesů na pozicích C-11 a C-30. Po té je přenesen glykosyl na hydroxylovou skupinu na C-3 uhlíku. Gen CYP88D6, obsažený pouze v kořenech je zodpovědný za oxidativní procesy, a tedy produkci látky (obr. 3). [11,12]

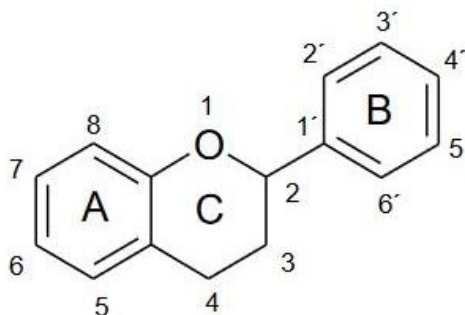


Obrázek 3: biosyntéza glycyrrhizinu [12]

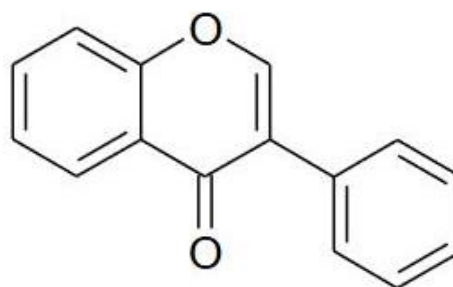
Obsah glycyrrhizinu v kořeni lékořice se v závislosti na ročním období a oblasti pěstování mění. Nejvyššího obsahu dosahuje v období před květem a naopak nejméně ke konci vegetace. Obsah se také různí v závislosti na tloušťce kořene a hloubce, v níž kořeny rostou.. Nejvyšší hladiny glycyrrhizinu se vyskytují v hlavních kořenech, postranní kořeny mají výrazně nižší obsah.. Nejvyšší obsah této látky byl zjištěn při sklizni po druhém roce od výsadby a v kořenech rostoucích v horních 30 cm půdy,. Nadzemní část rostliny tuto látku neobsahuje vůbec a je tedy považována za odpad. [4,9]

### 2.5.3 Flavonoidy

Flavonoidy jsou polyfenolické sloučeniny, které jsou syntetizovány pouze rostlinami jako jejich sekundární metabolity. Jsou to ve vodě rozpustná barviva. Vyskytují se ve volné nebo vázané formě. Mohou se vázat především s cukernou složkou, nejčastěji s glukózou za vzniku glykosidů, avšak není výjimkou ani spojení s karboxylovými kyselinami, lipidy nebo aminy. Tyto látky se dělí podle chemické struktury do tří hlavních skupin na flavonoidy, isoflavonoidy a neoflavonoidy. Základní chemickou strukturu flavonoidů tvoří flavan složený ze dvou benzenových jader spojených pomocí heterocyklického pyranu. U isoflavonoidů se jedná o isoflavan, který vznikne přesunutím benzenové kruhu B do polohy C3. (obr. 4). Benzenový kruh A vychází při syntéze z resorcinolu či 1,3,5-trihydroxybenzenu, tedy produktů acetátové dráhy. Kruh B vzniká v šikimátové dráze. Další deriváty flavonoidů, jako jsou flavony, katechiny, anthokyanidy, flavanony, chalkony, se od sebe liší stupněm oxidace pyranového kruhu nebo jeho substitucí. [13, 14, 15, 16]



Obrázek 4: flavan [16]

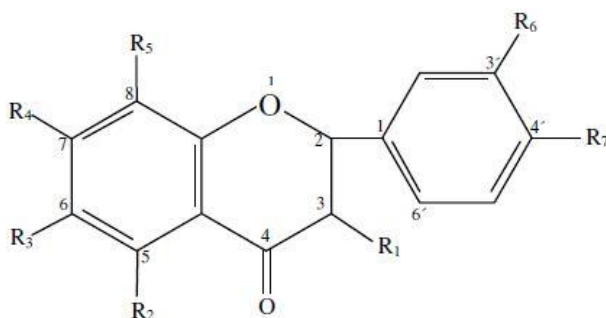


Obrázek 5: isoflavan [16]



**Biosyntéza flavonoidů** vychází ze dvou hlavních syntetických drah sekundárního metabolismu rostlin – acetátové a šikimátové. V obou drahách jsou sekundárními produkty, přičemž výchozí látkou je glukóza. Acetyl-CoA jakožto aktivovaná kyselina octová je metabolicky přeměněn na malonyl-CoA, který se primárně přeměňuje na mastné kyseliny nebo sekundární cestou dochází k tvorbě flavonoidového benzenového kruhu A. V dráze šikimátové jsou primárními produkty aromatické aminokyseliny a produkty sekundární vedou k fenylalaninu. Ten je výchozí látkou pro fenylypropanoidovou dráhu vedoucí přes kyselinu skořicovou, hydroxyskořicovou a kumarovou, jejichž aktivované formy s CoA následně kondenzují s malonyl-CoA za vzniku chalkonů. Finálním uzavřením kruhu a hydratačními reakce dochází ke vzniku různých flavonoidů. [13,14,16,17,18]

V lékořici bylo izolováno okolo 300 flavonoidů různých typů, z nichž nejvýznamější byly zmíněny výše. Zejména flavanony, flavanonoly a chalkony, které jsou obsaženy v největším množství, jsou zodpovědné za žlutou barvu kořenů lékořice. [19,21]



- 25 liquiritigenin  $R_1 = R_2 = R_3 = R_5 = R_6 = H$   $R_4 = R_7 = OH$
- 26 liquiritin  $R_1 = R_2 = R_3 = R_5 = R_6 = H$   $R_4 = OH$   $R_7 = -O-glc$
- 27 liquiritigenin-7,4-diglukosid  $R_1 = R_2 = R_3 = R_5 = R_6 = H$   $R_4 = R_7 = -O-glc$
- 28 rhamnoliquiritin  $R_1 = R_2 = R_3 = R_5 = R_6 = H$   $R_4 = OH$   $R_7 = -O-rha$
- 29 liquiritin apiosid  $R_1 = R_2 = R_3 = R_5 = R_6 = H$   $R_4 = OH$   $R_7 = -O-glc-2-1-api$
- 30 glabranin  $R_1 = R_3 = R_6 = R_7 = H$   $R_2 = R_4 = OH$   $R_5 = CH_2CH=CCH_3$
- 31 glabrol  $R_1 = R_2 = R_3 = H$   $R_4 = R_7 = OH$   $R_5 = R_6 = CH_2CH=CCH_3$
- 32 likoflavanon  $R_1 = R_3 = R_5 = H$   $R_2 = R_4 = R_7 = OH$   $R_6 = CH_2CH=CCH_3$

Obrázek 6: flavanony a flavanonony obsažené v lékořici [8]

Co se týče biologických účinků, jsou flavonoidy významné z hlediska antioxidačních vlastností se schopností pohlcovat volné radikály. Flavonoidy mají také antibakteriální, protizánětlivé, antialergické, antivirové, estrogenové účinky. Izolací fenolických látek z extraktů drogy byla zjištěna mírná cytotoxická aktivita vůči rakovinným nádorům, které byly vyvolány chemickými karcinogeny. Liquiritin a liquiritigenin uvolňují žaludeční křeče a křeče dvanáctníku. Účinky flavonoidů nemusí být však pouze pozitivní. Některé z flavonoidů vykazují mutagenní a oxidační účinky, které mohou interferovat i s drahami primárního metabolismu, které jsou životně důležité. [20,22,23]



## 2.6 Farmakologické účinky lékořice (*Glycyrrhiza glabra*)

Lékořice je dobře známá svými četnými farmakologickými aplikacemi, zahrnující použití jako protizánětlivé, protivředové, antibakteriální, antifungální, antivirové, antialergické prostředky a prostředky posilující imunitu. V současné době existuje již více než 100 léků využívající lékořici. V Japonsku je dokonce lékořice používána jako lék na předpis v různých formách (tablety, injekce). V jiných zemích je také extrakt z lékořice obsažen v některých volně dostupných léčivech, derivát kyseliny glycyrrhetinové (3- $\beta$ -O-hemisukcinát kyseliny glycyrretinové) pak opět pouze na předpis. [8,9]

Většina bioaktivních vlastností přírodních matric závisí na jejich fytochemickém složení a relativním obsahu. Důležitý je však nejen obsah jednotlivých fytochemikálií. Jejich biochemické interakce a související synergie, antagonismy, a dokonce i polyvalenční reakce jsou také důležité, protože i menší složky mohou také přispět k bioaktivním vlastnostem přírodních matric. Bylo zjištěno, že právě glycyrrhizin má synergický účinek na syntázu oxidu dusnatého (NOS), když se nachází s jinými složkami ve výtažcích z lékořice. [8,9]

### 2.6.1 Antioxidační účinky

Bylo prokázáno, že lékořice má významné antioxidační vlastnosti, a to jak ve studiích in vivo, tak i ve studiích in vitro. Izolováno bylo sedm sloučenin, které poskytly antioxidační aktivitu proti oxidaci nízkodenzitních lipoproteinů (LDL), přičemž glabridin byl nejúčinnější antioxidační sloučeninou. V další studii se antioxidační potenciál extraktů lékořice týkal šesti flavonoidních sloučenin způsobující inhibici lipidové peroxidace a vykazující aktivitu zachycovat radikály, kde zejména u peroxidace lipidů byl účinek závislý na dávce. Ethanolové a vodní extrakty jak z nadzemních částí rostliny, tak z kořenů lékořice vykazovaly podobnou antioxidační a radikály zachycující aktivitu inhibicí peroxidace lipidů z více než 80 % v emulzi kyseliny linolové a mohly by tak být použity pro prodloužení trvanlivosti léčiv. [8,9]

### 2.6.2 Antiulcerózní účinek

Byl zkoumán účinek lékořice na léčbu žaludečních a dvanáctníkových vředů. Dle předpokladů je efekt založen na inhibici uvolňování gastrinu vedoucí ke snížení žaludeční sekrece. Často se však vyskytovaly nežádoucí účinky ve formě otoků, hypertenze, z důvodu použití vysokých dávek. Při léčbě vředů je běžně používaný derivát kyseliny glycyrrhetinové – karbenoxolon. [8,9]

### 2.6.3 Antivirový účinek

Co se týče antivirového účinku je hlavní účinnou látkou glycyrrhizin chránící buňky před infekcí mnoha viry, především před hepatitidou typu A a C, viry rodu *Herpes*, HIV a chřipkovému viru typu A. Glycyrrhizin interaguje s buněčnou membránou, což snižuje endocytózu s čímž i proniknutí viru do buňky. Ke snížení počtu buněk nakažených virem chřipky typu A došlo při přijímání glycyrrhizinu. [8,9]

#### 2.6.4 Antimikrobiální účinky

Bylo popsáno, že extrakty lékořice mají významné antimikrobiální vlastnosti (antiseptické, antibiotické, antifungální, antibakteriální). Byl studován účinek methanolických extraktů z lékořice a čistá kyselina glycyrrhizová proti membránové permeabilitě, efluxní aktivitě a tvorbě biofilmu *Pseudomonas aeruginosa*. Byla studována také rychlost inhibice ve srovnání se standardním chemoterapeutickým léčivem. Studie uvádí významnou inhibici růstu *Pseudomonas aeruginosa* jak pro extrakt, tak pro čistou sloučeninu. Čistá sloučenina byla účinnější při inhibici růstu bakterií než extrakt z hlediska časové expozice (4 a 12 hodin). Dále bylo popsáno, že methanolové extrakty kořenů lékořice vykazují významné antibakteriální účinky proti různým bakteriím, jako jsou *Agrobacterium tumefaciens*, *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis* a *Pseudomonas syringae*, pomocí difúzních testů a následného stanovení minimálních inhibičních koncentrací, které byly již v řádech mikrolitrů na mililitr vzorku, zatímco vodní extrakty neprokázaly tuto aktivitu. Glabridin z extraktů kořenů byl prokázán jako účinný proti dvěma kmenům *Mycobacterium tuberculosis*. Ethanolické extrakty listů lékořice v koncentracích 4 mg a 8 mg jsou účinné proti *Candida albicans* a grampozitivním bakteriím *Bacillus subtilis* a *Staphylococcus aureus*. Avšak extrakty kořenů v etheru, chloroformu a acetonu nebyly účinné pouze proti grampozitivním bakteriím (*Bacillus subtilis* a *Staphylococcus aureus*), ale také proti gramnegativním (*Escherichia coli* a *Pseudomonas aeruginosa*). [8,9]

#### 2.6.5 Protizánětlivé účinky

Protizánětlivé účinky extraktů lékořice nebo jednotlivých složek byly popsány v řadě studií in vitro i in vivo. Pět flavonoidů izolovaných z extraktů lékořice vykazuje protizánětlivou schopnost snížením produkce oxidu dusnatého, interleukinu-6 a prostaglandinu E2 v makrofágových buňkách indukovaných lipopolysacharidy. Podobné studie se zabývaly použitím licochalkonu A, flavonoidu izolovaného z lékořice, přičemž se ukázalo, že vykazuje silný protizánětlivý potenciál v in vitro a in vivo modelech indukovaných lipopolysacharidem (LPS). Bylo také prokázáno, že glycyrrhizin snižuje produkci TNF- $\alpha$  a IL-1 $\beta$ , které se účastní zánětlivých procesů v těle. Dalším účinkem glycyrrhizinu je také schopnost bránit infiltraci neutrofilů v zanícené tkáni. [8,9]

### 2.7 Potravinářské využití lékořice

Kromě farmakologického použití nachází lékořice pro svou specifickou sladko-hořkou chuť a příjemné aroma své využití také v potravinářství. Lze ji nalézt v poměrně široké škále potravin, zejména v cukrovinkách, likérech, ochucených nápojích a sirupech. Ve velké části výrobků je bylina využívána ve formě lékořicového extraktu, který je vhodnější pro přepravu a uchování než sušené kořeny lékořice. Jedná se o hnědý prášek podobný skořici, který po rozpuštění již za tělesné teploty mění svou barvu na černou. Výroba spočívá v extrakci látek z lékořicových kořenů do rozpouštědla a následném sprejovém usušení.

V gastronomii se této přísady využívá především v indické a čínské kuchyni, kde je jednou ze složek sladkých kořeních směsí. K exotické přípravě masa, omáček nebo různých

marinád se používá většinou ve spojení s dalšími kořeními sladší chuti jako jsou skořice, badyán, zázvor, fenykl a další. [53,54]

### 2.7.1 Cukrovinky

Typickým příkladem využití lékořice v cukrovinkách jsou pendreky. Ty mají typicky černou barvu, sladkou, mírně nahořklou chuť a poměrně pevnou strukturu. K výrobě se používá lékořicový extrakt, který je společně s moukou, melasou, cukrem a dalšími přísadami uvařen v lékořicovou hmotu. Hmota se posléze lisuje a suší v hotové výrobky. Celý proces je dále v této práci podrobně popsán (2.9). Výrobky z lékořicové hmoty nemusí mít vždy jen sladkou chuť, vyrábí se i slaná varianta nebo také slaná s příchutí karamelu. Tyto netradiční varianty jsou oblíbené obzvláště v severských zemích.

Lékořicové cukrovinky nemusí mít vždy jen podobu černého pendreku, jsou populární také různé lékořicové bonbóny, tyčinky nebo v České republice oblíbené lékorky. Ty se vyrábí vložením plátu z lékořicové hmoty mezi dva barevné cukerné pláty s ovocnou chutí a aroma. Pláty se následně slisují k sobě, usuší, a nakonec nařezou a nasekají na jednotlivé bonbóny ve tvaru krychliček.



Obrázek 7: lékořicový pendrek ve tvaru dýmky



Obrázek 8: lékorky

### 2.7.2 Nealkoholické nápoje

Co se týče nápojů je nejznámějším využitím lékořice sirup KOFO, který je základem českého kolového nápoje Kofola. Lékořice tvoří spolu s dalšími bylinami, přírodními výtažky a ovocnými šťávami nezaměnitelnou chuť a specifické aroma tohoto nápoje. I díky tomu může mít Kofola až o třetinu nižší obsah cukru oproti jiným kolovým nápojům. [53,54]

Na trhu se nachází také sirupy s příchutí lékořice, které lze využít jako alternativu místo běžného cukru ke slazení čaje, kávy nebo pečiva. Vhodný je však i pro přípravu limonády. Společně s dalšími obsaženými bylinnými výtažky je prospěšný pro organismus, a tedy dobrou prevencí proti nemocem. [53,54]

### **2.7.3 Alkoholické nápoje**

Výtažek z lékořice můžeme najít například v likéru Magister Bohém, u kterého lékořice dotváří nahořklou chuť. Naproti tomu likér Liqueur Liquiriza byl připraven přímo smícháním prášku z mletého lékořicového kořene s lihem, jde tedy o přírodní lihový extrakt této rostliny. [53,54]

### **2.7.4 Další využití**

Lékořice jakožto bylina je složkou široké škály bylinkových čajů. Často se jedná o čaje zdravotního charakteru, zejména s prevencí proti onemocnění horních cest dýchacích, diabetické (ovlivňující hladinu cukru) nebo proti průjmům.

Setkat se s lékořicí je možné také u ochucených tabáků, a to jak do vodních dýmek, tak klasických. Dále také u tekutých nikotinových náplní do elektronických cigaret a vaporizerů, jakožto ochucovací a vonnou složku. Výjimkou nejsou ani doutníky s lékořicovou příchutí. [53,54]

## **2.8 Složení lékořicové hmoty**

### **Hlavní přísady:**

- ❖ Melasa
- ❖ Glukózo-fruktózový sirup/Invertní cukr
- ❖ Pšeničná mouka
- ❖ Cukr krystal
- ❖ Lékořicový extrakt
- ❖ Voda
- ❖ Sůl

### **Barviva, konzervanty, aroma:**

- ❖ Karamel (E150)
- ❖ Kyselina sorbová (E200)
- ❖ Anethol
- ❖ Kokosový olej

### **2.8.1 Melasa**

Melasa je vedlejší produkt vznikající při výrobě jak řepného, tak třtinového cukru. Obsahuje okolo 50 % sacharózy v případě cukrovky, 38 % v případě cukrové třtiny. Další cukr již není možné vykrystalizovat díky velkému obsahu příměsí. Barva sirupu je tmavě hnědá až černá, je lepkavý a velmi viskózní. Viskozita je však velmi závislá na teplotě. Nutričně jde o bohatou potravinu, jsou zde obsaženy vitamíny B1, B2, B5, B6, B9 a C. Dále hodnotný obsah minerálních látek jako jsou vápník, fosfor, železo, hořčík, draslík, sodík, zinek a další stopové prvky. Celkový obsah minerálních látek se pohybuje okolo 3,3 %. Obsah glukózy se pohybuje okolo 12 %, obsah fruktózy asi 13 %, celkový obsah sacharidů pak tvoří cca 75 % hmotnosti. I vzhledem k rostlinnému původu převažují nenasycené mastné kyseliny zejména ve formě kyseliny linolové, linoleové a olejové. Je také zdrojem fenolických látek. [26,27,28]

Melasu můžeme rozdělit na 3 typy – světlou melasu, která vzniká po první krystalizaci, má největší obsah sacharózy. Dále tmavou melasu, která vzniká po dalším varu, má tmavší barvu, menší obsah sacharózy a výraznější chuť a vůni. Po poslední krystalizaci vzniká blackstrap melasa, je nejhustší a nejtmavší, má specificky hořkou chuť, obsah minerálních látek a vitamínů je však v tomto případě nejvyšší. Ke konzervaci melasy se může používat oxid siřičitý, produktem je pak tzv. sulfurovaná melasa. [26,27,28]

Vzhledem k možným antioxidačním účinkům, nižšímu glykemickému indexu, obsahu minerálních látek a vitamínů je melasa vhodnou alternativou rafinovaného cukru. Stále však obsahuje velké množství cukrů, které při nadměrné konzumaci mohou škodit. Využití můžeme najít v potravinářství jako již zmiňovanou alternativu cukru, v lihovarnictví jako substrát pro výrobu ethanolu nebo jako krmivo. Nevýhodou je možná kontaminace agrochemikáliemi a těžkými kovy, které se v melase koncentrují během procesu výroby rafinovaného cukru. [26,27,28]

Při přípravě lékořicové hmoty tvoří melasa asi 20 % hmotnosti, dodává specifickou sladkou a hořkou chuť a zároveň upravuje konzistenci.



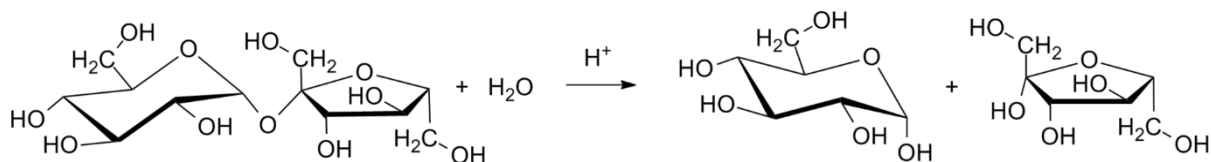
*Obrázek 9: blackstrap melasa [29]*

### **2.8.2 Invertní cukr**

Invertní cukr je směs dvou monosacharidů – glukózy a fruktózy. Jedná se o hustý průhledný sirup se žlutým nádechem a konzistencí, kterou lze přirovnat k medu. Jako sladidlo se preferuje zejména v pekařství a cukrářství, protože je sladší než sacharóza, z níž se získává. Oproti běžnému cukru je výhodou také hygroskopická vlastnost – schopnost udržet vlhkost

a nekystalizovat. Skladovatelnost se pohybuje okolo půl roku a je závislá na skladovacích podmínkách. [30]

Výroba spočívá v přeměně sacharózy na směs glukózy a fruktózy hydrolýzou. Nejprve se vytvoří směs sacharózy a kyseliny citronové nebo vlnanu draselného v poměru přibližně 1000:1. Následuje přidání vody a zahřátí směsi na 114 °C. Částečně invertovaný cukr lze připravit i bez kyselin, pouze zahřátím cukru s vodou. Další způsob přípravy je založen na použití enzymů – invertáz, kdy se směs zahřívá pouze na 60 °C při optimálním pH 5,0. Proces trvá okolo 8 hodin a na závěr je zvýšena teplota za účelem inaktivace enzymů. Zakoncentrování produktu pak probíhá na vakuové odparce. Třetí možností výroby je kyselá katalyzovaná hydrolýza pomocí kyseliny chlorovodíkové, která probíhá již při relativně nízké teplotě 50 °C. Optimální pH je v tomto případě 2,15 a je tedy nutné po dosažení požadovaného stupně inverze sirup neutralizovat. Obecně platí, že množství vody můžeme zvýšit za účelem prodloužení času k dosažení požadované teploty, čímž dochází k vyššímu stupni inverze. [31,32,33]



Obrázek 10: kyselá hydrolýza sacharózy za vzniku glukózy a fruktózy

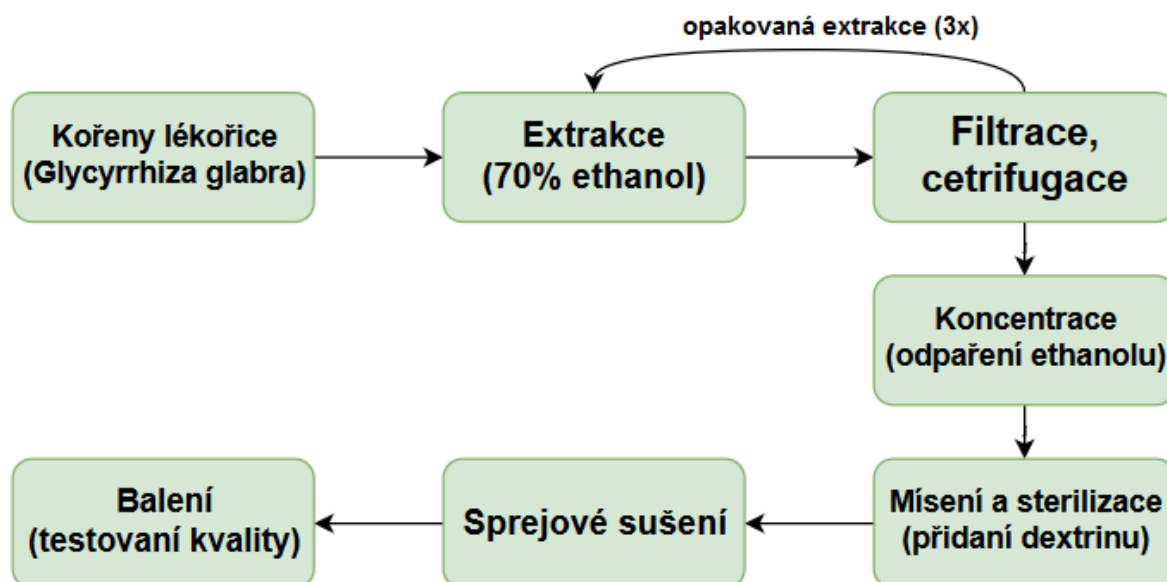
Stupeň hydrolýzy sacharózy lze stanovit polarimetricky. Roztok sacharózy stáčí rovinu polarizovaného světla doprava. S postupnou hydrolýzou sacharózy a zvyšující se koncentrací glukózy a fruktózy optická rotace klesá. Přes nulový bod začne optická rotace dosahovat záporných hodnot, polarizované světlo tedy „obrátilo“ svůj směr a je stáčeno doleva. Procentuální množství sacharózy, které musí být hydrolyzováno, aby optická rotace dosáhla nulového úhlu se nazývá invertní bod. Roztok, který přešel přes tento bod je obrácený tedy invertní. [34]

Typickým příkladem invertního cukru může být med, který je převážně tvořen směsí glukózy a fruktózy. Dalším příkladem jsou tepelně opracované ovocné pomazánky, kdy se invertní cukr tvoří během ohřevu za přítomnosti kyselin obsažených v ovoci. Při výrobě lékořicových cukrovinek jde o hlavní sladidlo, které tvoří asi 20 % hmotnosti hmoty.

### 2.8.3 Lékořicový extrakt

Skližené kořeny lékořice (*Glycyrrhiza glabra*) se zbaví slupky, nakrájí na menší kusy a usuší nejčastěji na slunci za teplot do 35 °C. Nasekaná nebo rozemletá droga se dále 3 hodiny extrahuje do 70% vodného roztoku ethanolu za použití refluxní cirkulace. Extrakt se ochladí na teplotu 30-35 °C a zfiltruje za použití 75 µm patrony, zbytek pevného podílu je odstraněn centrifugací při 15 000 otáčkách. Proces extrakce a separace se opakuje třikrát. Extrakt se koncentruje za sníženého tlaku při teplotě 55-58 °C do dosažení cukernatosti 10-20 brix. Ke koncentrátu se přidá dextrin a směs se sterilizuje při teplotě 95 °C po 30 minut. Ihned poté, při teplotě 75-80 °C, je kapalina sprejována rozprašovačem s rychlostí 18 000 ot/min do

sušicí komory s teplotou 180 °C. Vzniká práškový lékořicový extrakt vhodný ke skladování, přepravě a následnému využití. Hmotnost extraktu dosahuje asi čtvrtiny hmotnosti použitých kořenů pro výrobu. Lékořicový extrakt je v lékořicové hmotě zastoupen necelými 2 %. Díky hygroskopickému charakteru má vliv nejen na chuť, vůni, ale také texturu výrobků. [35]



Obrázek 11: schéma výroby lékořicového extraktu

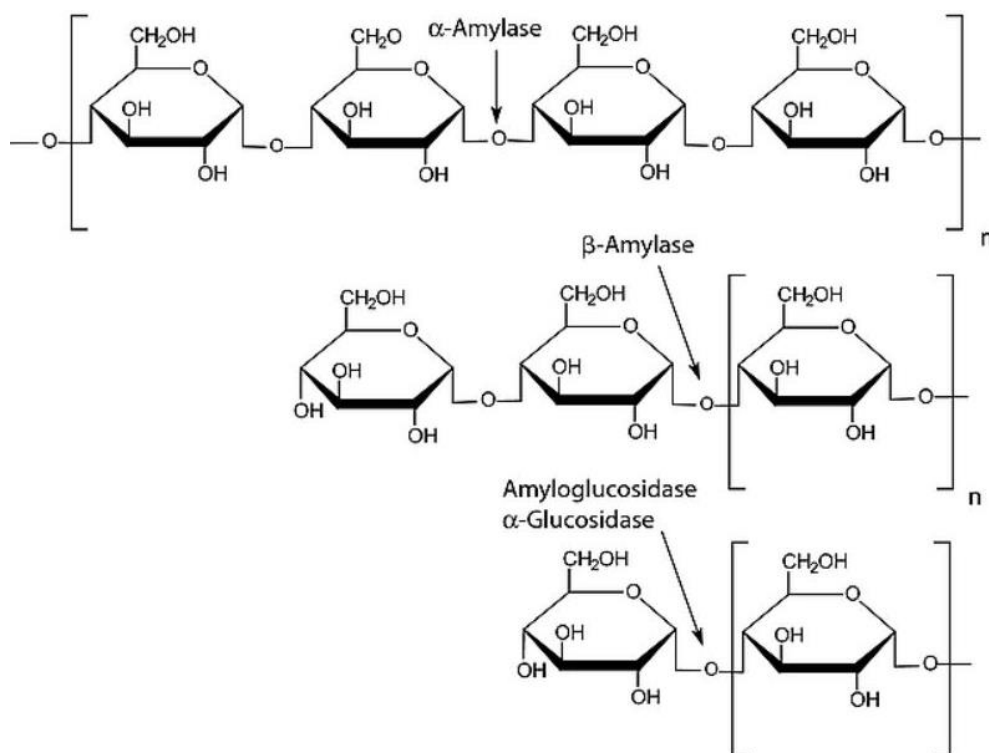
#### 2.8.4 Glukózo-fruktózový sirup

Glukózo-fruktózový sirup označovaný též jako isoglukóza nebo zkratkou HFCS (high-fructose corn syrup) se skládá ze dvou jednoduchých cukrů – glukózy a fruktózy, jejíž podíl se může na rozdíl od sacharózy (50 %) lišit. Jedná se o průzračnou látku s vysokou viskozitou sladké chuti, vyrobenou z kukuřičného nebo pšeničného škrobu. Je používán jako sladidlo, často náhražka cukru, pro lepší cenovou dostupnost a snadnější manipulaci. Využití je u této suroviny velice široké od nealkoholických nápojů, přes cukrovinky, snídanové cereálie, pekařství a další. Má vliv také na texturu, lesk, stabilitu a delší životnost produktů ke kterým je přidán. Různé typy sirupu, lišící se procentuálním podílem fruktózy mají různá využití. V EU dosahují sirupy podílu fruktózy mezi 20-30 % v závislosti na požadované sladkosti. V USA se pak jedná o dva typy s obsahem 42 % a 55 % fruktózy. Z hlediska výživy jde o nepříliš hodnotnou potravinu obsahující 76 % sacharidů, 24 % vody, žádný tuk ani bílkoviny, pouze stopové množství vitamínů a minerálů. Energetická hodnota je 281 kalorií na 100 g. [38]

Prvním krokem výroby je mísení rozemleté kukuřice nebo pšeničné mouky s vodou pro získání škrobu. Extrakce probíhá v přítomnosti 0,01 M chloridu rtuťnatého, pro inhibici endogenních enzymů degradujících škrob. Směs se odstředí pro oddělení bílkovin. V dalším kroku je extrakt okyselen a jsou přidávány enzymy pro metabolizaci škrobu a přeměnu vzniklých cukrů na fruktózu. Prvním přidaným enzymem je alfa amyláza štěpící škrob na dextriny. Dalším enzymem je amyloglukosidáza rozkládající delší sacharidové řetězce



na jednotky glukózy. Vzniklý roztok se přefiltruje, přidá se aktivní uhlí a demineralizuje za použití iontoměničových pryskyřic. Purifikovaný roztok je obohacen enzymem xylóza isomerázou, který konvertuje část glukózy na fruktózu, zůstane však i určitý podíl nerozštěpených oligosacharidů. Následně je roztok opět demineralizován a přečištěn za použití aktivního uhlí. Na závěr je sirup za sníženého tlaku koncentrován odpařováním vody do konečné podoby. [36,37,38]



Obrázek 12: enzymatická hydrolýza škrobu

Při výrobě lékořicové hmoty je glukózo-fruktózový sirup alternativou invertního cukru, s výhodou menší pravděpodobnosti krystalizace, nižšího zadržování vlhkosti a lepší dostupnosti. Je hlavní oslazující složkou ovlivňující také texturu a stabilitu výrobku. Tvoří okolo 25-30% hmotnosti hmoty.

### 2.8.5 Cukr

Rafinovaný cukr neboli sacharóza je přírodní sladidlo, složené z jednotky glukózy a jednotky fruktózy, které jsou spojené glykosidickou vazbou. Získáván je extrakcí zejména z cukrové řepy a cukrové třtiny zpracováním v cukrovarech. Opraná řepa je nařezána na nudličky (řízky), z nichž je horkou vodou extrahována sacharóza. Šťáva se v dalších procesech filtruje, čerí a zahušťuje na těžkou šťávu, ze které se pomocí krystalizace získává sacharóza.

V lékořicové hmotě se používá řepný cukr krystal. Vzhledem k využívání ostatních tekutých sladidel je krystalický cukr přidáván v poměrně malém množství.

### 2.8.6 Pšeničná mouka

Pšeničná mouka hladká je jednou s hlavní surovin lékořicové hmoty. Tvoří téměř třetinu celkové hmotnosti masý a je na její kvalitě velice závislý proces vaření. Používaná mouka je



tepelně opracovaná pro inhibici přirozených enzymů štěpících škrob. Při příjmu každé várky mouky je nutné udělat kvalitativní test v příjmové laboratoři, a to jak granulometrií, tak mikroskopickou kontrolu roztoku mouky a měření vlhkosti.

### **2.8.7 Karamel**

Karamel (E150) je tekuté ve vodě rozpustné potravinářské barvivo oranžovo-hnědé barvy. Látka má vysokou viskozitu, aroma po spáleném cukru a poněkud hořkou chuť. Jedná se o jedno z nejstarších a nejpoužívanějších potravinářských barviv pro zvýraznění přirozeně se vyskytujících barev, korekci přirozených změn barev nebo nahrazení barvy, jež byla ztracena během zpracování nebo skladování potraviny. Je využíván při výrobě jak nealkoholických (zejména kolové nápoje), tak alkoholických nápojů jako je whisky, rum nebo brandy, dále v pekařství, pivovarnictví, při výrobě cukrovinek, omáček, octa atd. Vzhledem k tomu, že se jedná o koloid může mít karamel v potravinách emulgační účinky. [39,40,42]

Výroba spočívá v tepelném opracování sacharidů obecně v přítomnosti kyselin, zásad nebo solí v procesu, který se nazývá karamelizace. Teplota se pohybuje mezi 120-150 °C, do od 3 h do 7 h. Nejčastěji využívanými sacharidy jsou komerčně dostupná sladidla zahrnující glukózu, fruktózu, invertní cukr, sacharózu, sladový sirup, melasu, škrobové hydrolyzáty a jejich frakce. Kyseliny, které mohou být použity, jsou kyselina sírová, siřičitá, fosforečná, octová a citronová. U zásad se jedná o hydroxid amonný, sodný a draselný. Soli jsou pak nejčastěji odvozené od kyseliny uhličité, a to uhličitán sodný, draselný nebo amonný, výjimkou nejsou ani sírany a hydrogen siřičitany. Jako pomocné látky při výrobě mohou být použity odpěňovací činidla. [41,42]

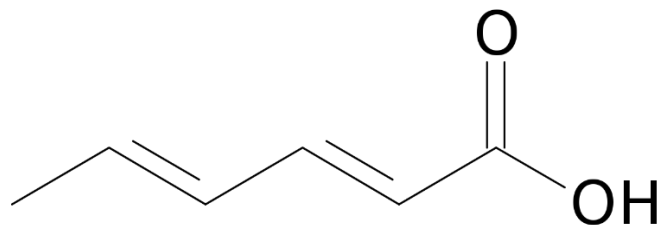
V lékořicové hmotě slouží karamel jako barvivo pro dosažení tmavě hnědé barvy, také částečně jako aroma a zdroj nahořklé chuti. Tvoří však pouze asi 0,6 % celkové hmotnosti.

### **2.8.8 Kyselina sorbová**

Kyselina sorbová (E200) je konzervační látka využívaná v potravinářství. Jedná se o organickou sloučeninu, bezbarvou krystalickou látku, špatně rozpustnou ve vodě a snadno sublimující. Jak její sodná, draselná nebo vápenatá sůl, tak i samotná kyselina působí jako antimikrobiální činidlo zabráňující růstu plísní, kvasinek a hub v široké škále potravin. Příkladem mohou být sýry, ovocné pomazánky, pekárenské výrobky, mléčné výrobky, nápoje, cukrovinky, omáčky a další. Vzhledem k optimálnímu pH=6,5 pro antimikrobiální aktivitu, je vhodnější používat kyselinu u málo kyselých potravin, zatímco u kyselých potravin lze použít její ve vodě lépe rozpustné soli, které pH zvyšují. V lékořicových hmotách slouží jako konzervant, je využívána přímo kyselina vzhledem k vyššímu pH hmoty. [47,48]

Kyselina je v přírodě obsažena v plodech jeřábu ptačího, z nich byla také poprvé izolována a pojmenována na základě latinského názvu rostliny. Látku lze připravit kondenzací kyseliny malonové a krotonaldehydu v prostředí pyridinu. Směs těchto prekursorů se zahřívá pod zpětným chladičem, ochladí, protřepává se zředěnou kyselinou sírovou, přičemž z roztoku vykrytalizuje kyselina sorbová. Komerčně se konzervant vyrábí z krotonaldehydu a ketenu. Jedním z možných postupů výroby je zavedení ketenu do míchané směsi krotonaldehydu v toluenu za přítomnosti zinkového katalyzátoru. Reakcí je získán polyester ve formě velmi viskózní hnědé kapaliny obsahující malé množství zbylého toluenu. Takto

získaný produkt se smísí s 35% hydroxidem sodným a stejným množstvím vody. Směs se dále za stálého míchání zahřívá asi jednu hodinu na teplotu 90-100 °C. Získaný čirý roztok hnědé barvy se nechá zchladnout, načež je přidána 80% kyselina sírová a směs znovu zahřívána stejně jako v předešlém kroku. Po ochlazení dochází k vykristalizování kyseliny sorbové z roztoku, kterou je však nutné ještě dále přechistit. [49,50]

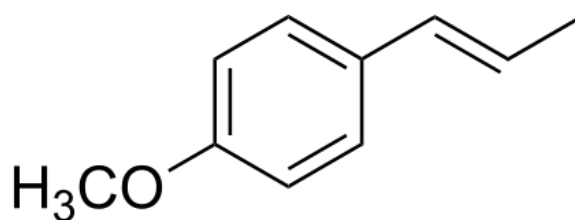


*kyselina sorbová*

### 2.8.9 Anethol

Anethol je rostlinná esence široce používaná v potravinářství jako senzorické aditivum. Nachází se zejména v esenciálních olejích anýzu a fenyklu. Tato organická látka existuje ve formě *cis* a *trans*, přičemž v konformaci *cis* je toxičtější. Za normálních podmínek se jedná o bezbarvou kapalinu s ostrým zápachem po anýzu nebo bazalce velice sladké chuti (je asi 13x sladší než cukr). Má hydrofobní vlastnosti, je však ale dobře rozpustná v lihu. Při výrobě lékořicových hmot je anethol přidáván v malém množství pro zvýraznění lékořicového aroma, které by nebylo dostatečné vzhledem k nízkému obsahu lékořicového extraktu, v němž je anethol obsažen v přírodní formě. Používá se také při výrobě alkoholických i nealkoholických nápojů, mražených plodů, koření; pro své antimikrobiální účinky také v medicíně. Většina anetholu se při produkci získává z terpenových extraktů z pryskyřic stromů, zejména borovic. Látku je však možné izolovat také přímo z esenciálních olejů, což však není komerčně výhodné. [43,44,45]

Výchozí látkou při většině výrobních syntéz je anisol, pocházející z již zmíněného terpentýnu. Jedním ze způsobů přípravy je smísení anisolu s malým množstvím kyseliny fosforečné v reakční nádobě s míchadlem, dávkovačem a sestupným chladičem. Směs je zahřívána na 150 °C a po dosažení teploty je přidáván propanal v průběhu asi dvou hodin, přičemž je zároveň oddestilována voda. Požadovaným kondenzačním produktem je po dokončení destilace 1,1-dimethoxy-difenylpropan. Takto získaný kondenzát se dále zahřívá na 200 °C v destilační baňce opatřené Claissenovým nástavcem a sestupným chladičem a alonží. Následně se přidá opět malé množství koncentrované kyseliny fosforečné. Během asi 15 minut se oddestilují vzniklé štěpné produkty zahrnující anethol. Čistý *trans* anethol je získán frakční destilací produktu štěpné reakce. [46]



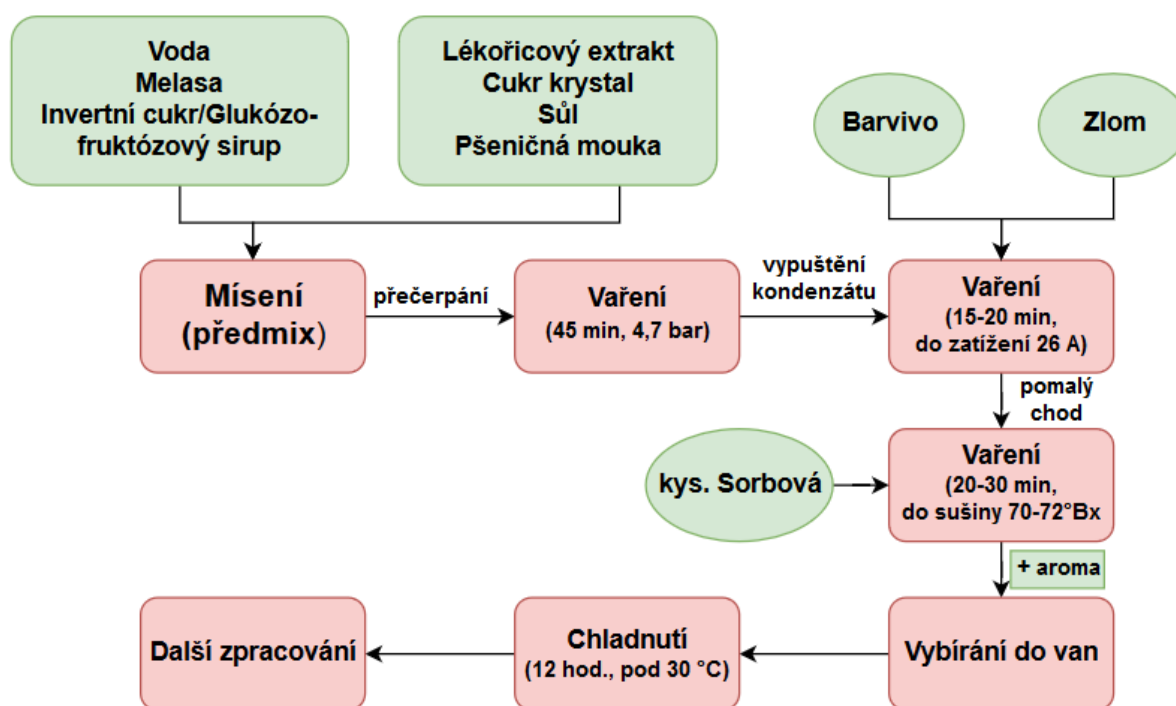
*anethol*

## 2.9 Postup výroby lékořicové hmoty a výrobků

### 2.9.1 Vaření

Do kruhové nádoby zvané předmix se nejprve poloautomatickými dávkovači nadávkuje voda, následují tekuté suroviny tedy melasa a invertní cukr nebo glukózo-fruktózový sirup. Dále se přidá sypký extrakt lékořice, cukr krystal a malé množství soli. Před dávkováním pšeničné mouky se zapne turbo míchadlo. Mouka se pak postupně dávkuje a zároveň mísí s ostatními surovinami. Po vsypání posledního kila se směs míchá ještě další tři minuty načež je přečerpána do varného kotle.

Směs se vaří v duplikátorovém kotli, vyhříváném vodní parou, po dobu 45 minut. Vše za stálého míchání a konstantního tlaku páry  $4,7 \pm 0,2$  bar. Po uplynutí tohoto času se přidá tekuté barvivo, kterým je buďto karamel nebo živočišné uhlí, v závislosti na požadovaném výsledném produktu. Pokud je k dispozici je přidáno maximálně 50 kg zlomu. Míchadlo je přepnuto na vyšší rychlost, vypustí se kondenzát z duplikátorového pláště a následně opět otevře zdroj páry. Dalších 15-20 min se směs opět vaří do zatížení míchadla 26 A, poté se míchadlo přepne na pomalý chod. V dalším kroku je přidána kyselina sorbová, zapnuto odsávání vzduchu a vaří se dalších 20-30 min. Po dosažení sušiny 70-72 °Bx (měřeno refraktometrem) je vaření zastaveno – vypuštěna pára z pláště kotle a vypnuto odsávání. Poslední přidanou surovinou je aroma anethol, zavřeno víko kotle a míchá se další 1-2 min. Potom se hmota co nejrychleji vypustí do připravených nerezových van vytřených kokosovým olejem. Hmota se ve vaně rovnoměrně rozprostře pomocí válečku, povrch se postříká kokosovým olejem a vana označí evidenčním štítkem. Na paletách v regálech se hmota nechá chladnout za pomoci ventilátorů minimálně 12 hodin na teplotu pod 30 °C. Uvařená masa by měla být homogenní, nelepivá a při roztažení by měly vznikat jemná vlákénka světlejší barvy. Sušina se musí pohybovat mezi 71-75 °Bx.



Obrázek 13: schéma výroby lékořicové hmoty

### 2.9.2 Tvarování

Uvařená a vychladnutá hmota, ne více než 3 dny stará, se následně zpracovává pomocí extrudéru. Ten musí být správně nastaven na gramáž masy 19-20 g. Při extruzi starší hmoty je třeba použít více potravinářské vazelíny na promazání extrudéru.

Lékořicová hmota je vytlačována na dopravník do tvaru válečků, které jsou bezprostředně potom krájeny na požadovanou délku v závislosti na konečném produktu. Z pásu jsou tyto polotovary přemístěny na čtvercové desky se žlaby. V dalším kroku, jímž je vyvalování, pak tyto žlaby slouží k vytvarování ozdobných prstenců. Konečné tvarování to podoby dýmky je prováděno manuálně.

### 2.9.3 Sušení

Vytvarovaný produkt je umístěn asi po 80 kusech na dřevěné sušicí lísky, vyložené pergamenovým papírem, zvaná **karátka**. Ta jsou pak skládána na sebe do komínů po 31, přičemž horní je vždy prázdné. Na paletě jsou 2 takové komíny – **stojky**. Každá paleta je patřičně označena šarží varu, datem varu a tvarování, typem produktu a časem začátku sušení.

Navážení a řazení do sušárny probíhá v závislosti na stáří vytvarovaného produktu, od nejstaršího po nejmladší. Sušení probíhá při 55 °C–65 °C a maximální vlhkosti vzduchu 10 %. Předem stanovená doba sušení je 16 hodin, v praxi je však závislá na laboratorním rozboru. Měří se aktivita vody produktu, která musí u sladkých lékořicových dýmek klesnout pod hodnotu  $a_w=0,670$ , aby mohlo být sušení ukončeno a produkt předán ke zdobení a balení. Sušením se tato práce zabývá v experimentální části.



Obrázek 14: sušení lékořicových výrobků na karátkách

### 3. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

#### 3.1 Stanovení celkové sušiny sušením

**Princip:** Vzorky jsou zváženy, sušeny při teplotě 105 °C do konstantní hmotnosti a znovu zváženy. Z rozdílu hmotností je stanovena sušina.

**Materiál:** Vzorek lékořicové hmoty před varem (po smísení surovin), po varu a vzorek hotového produktu po extruzi a sušení.

**Přístroje a pomůcky:** sušárna, hliníkové vysoušecí misky, exsikátor, analytické váhy

**Postup:** Vzorek hotového produktu po sušení byl pomocí struhadla předem rozmělněn. S přesností na 4 desetinná místa byly odváženy přibližně 2 g každého ze vzorků do vysušených hliníkových misek. Ke vzorku hmoty po vaření bylo do hliníkové misky přidáno asi 10 ml horké destilované vody a vzorek byl rozpuštěn. Misky byly patřičně označeny, vloženy do sušárny a sušeny při teplotě 105 °C do konstantní hmotnosti přibližně 24 hodin. Po vyjmutí ze sušárny byly misky uzavřeny a vloženy do exsikátoru. Po vychladnutí byly misky se vzorky zváženy s přesností na 4 desetinná místa.

**Výpočet:** Obsah sušiny v procentech je stanoven jako podíl hmotnosti vzorku po vysušení ku hmotnosti před sušením.

$$w_s = \frac{m_d}{m_w} \cdot 100\%$$

kde  $m_d$  je hmotnost vzorku v gramech po sušení a  $m_w$  je hmotnost navážky vzorku v gramech.

#### 3.2 Stanovení technologického úbytku během sušení vzhledem k poloze v sušárně

**Princip:** Lékořicové výrobky jsou jednotlivě zváženy, sušeny při teplotě okolo 65 °C různou dobu a znovu zváženy. Z rozdílu hmotností je stanoven technologický úbytek.

**Materiál:** uvařená lékořicová hmota po extruzi

**Postup:** Lékořicové produkty byly po extruzi a tvarování uloženy na dřevěné sušicí lisky zvaná karátka. Na každém karátku bylo přibližně 80 kusů výrobků ve tvaru dýmek. Každý výrobek byl před sušením zvlášť zvážen na předvážkách s přesností na 1 desetinné místo a hodnota zapsána na pergamenový papír vedle sušeného produktu. Takto bylo zváženo 12 karátek výrobků. Karátka se pro sušení skládají na palety do komínů (stojek) po 30, karátka se vzorky byly zařazeny od spodu jako třetí, patnácté a dvacáté deváté, tedy dole, uprostřed a nahoře. Tímto způsobem bylo zařazeno 12 karátek do čtyřech stojek (palet). Palety byly následně zaváženy do sušárny, s tím že vždy 2 palety se vzorky byly zavezeny do zadní části sušárny a 2 palety do přední části sušárny. Sušení probíhalo v běžném provozu s ostatními vyráběnými produkty. Teplota v sušárně by se měla pohybovat okolo 65 °C a vlhkost maximálně 10 %.

Předepsaný čas sušení pro zkoumané výrobky je 16 hodin, avšak pro účely experimentu se doba sušení pohybovalo od 13 do 22 hodin. Po vyvezení palet ze sušárny byl každý výrobek opět zvážen s přesností na 1 desetinné místo a hodnota zaznamenána.

### 3.3 Mikroskopické pozorování škrobových zrn v lékořicové hmotě

**Princip:** Obarvení škrobových zrn pomocí Lugolova roztoku, pozorování pod mikroskopem s kamerou.

**Materiál:** lékořicové výrobky po sušení

**Přístroje a pomůcky:** běžné laboratorní nádobí, kapátko, mikroskop s kamerou

**Chemikálie:** Lugolův roztok (vodný roztok I<sub>2</sub> a KI)

**Postup:** Vzorek lékořicové hmoty po uvaření se roztrhá na malé dílky, vloží do kádinky a zaleje vařící vodou. Za občasného promíchání skleněnou tyčinkou se tvoří roztok hmoty. Po vychladnutí roztoku na okolní teplotu se skleněnou tyčinkou nanese malé množství roztoku na podložní sklíčko, přidá se kapka Lugolova roztoku, jemně se vzorek tyčinkou promíchá a přiklopí krycím sklíčkem. Pomocí mikroskopu se při zvětšení 40x0,65 pozoruje podíl nabobtnaných, nenabobtnaných a rozvařených škrobových zrn ve hmotě.

### 3.4 Stanovení obsahu cukrů kapalinovou chromatografií (HPLC)

Stanovení proběhlo na kapalinovém chromatografu Agilent Infinity 1260 s ELSD detektorem. Byly použity standardy glukózy, fruktózy a sacharózy, pro identifikaci a kvantifikaci. Parametry měření jsou uvedeny v následujících tabulkách.

*Tabulka 1: Parametry pro HPLC*

<b>Přístroj</b>	Agilent Infinity 1260
<b>Kolona</b>	Prevail Carbohydrate ES 5u (250 x 4,6 mm)
<b>Mobilní fáze</b>	destilovaná voda : acetonitril v poměru 25:75
<b>Objem nástřiku</b>	10 µl
<b>Průtok mobilní fáze</b>	1 ml.min <sup>-1</sup>

*Tabulka 2: Parametry pro ELSD detektor*

<b>Detektor</b>	ELSD
<b>Evaporační teplota</b>	65 °C
<b>Nebulizační teplota</b>	95 °C
<b>Průtok plynu (dusík)</b>	1,3 l.min <sup>-1</sup>

**Materiál:** Vzorek lékořicové hmoty před varem (po smísení surovin), po varu a vzorek hotového produktu po extruzi a sušení.

**Přístroje a pomůcky:** běžné laboratorní nádobí, mixer, injekční stříkačka s mikrofiltrem, vialky, analytické váhy, kapalinový chromatograf Agilent Infinity 1260

**Postup:** Nejprve byla připravena extrakční směs ethanolu a vody v poměru 60:40 do zásobní láhve. S přesností na 4 desetinná místa bylo odváženo 20 g vzorku hmoty po vaření, přidáno 200 ml extrakční směsi a pomocí mixeru byl vzorek zhomogenizován. 20 ml tohoto vzorku pak bylo pipetováno do Erlenmeyerových baněk. Vzorek hotového produktu byl rozmělněn na struhadle a s přesností na 4 desetinná místa byly naváženy 2 g vzorku do Erlenmeyerových baněk a přidáno 20 ml extrakční směsi. Stejným způsobem byl do baněk nadávkován i vzorek hmoty před vařením, nebylo třeba předcházející úpravy. Pomocí magnetického míchadla byly vzorky míchány přibližně 3 hodiny, následně zfiltrovány a uchovávány v mrazáku.

Těsně před analýzou byly vzorky přefiltrovány pomocí mikrofiltru na injekční stříkačce a nadávkovány do vialek; od každého typu lékořicové hmoty 3 vialky se vzorkem. HPLC analýza proběhla za výše uvedených podmínek, přičemž analyzovanými cukry byly glukóza, fruktóza a sacharóza.

## 4. VÝSLEDKY A DISKUSE

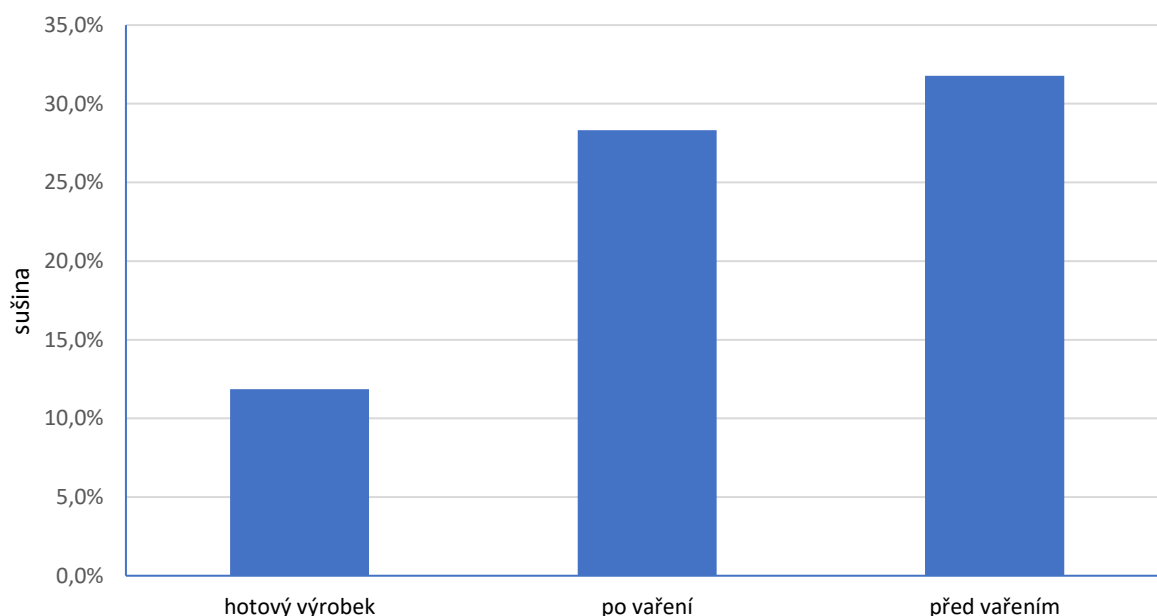
Cílem bakalářské práce bylo stanovení několika vlastností lékořicové hmoty, především pak technologický úbytek během sušení. Celkem bylo naměřeno cca. 2000 hodnot hmotností výrobků před sušením a po sušení, z čehož byla v kapitole 4.2 sestavena souhrnná tabulka poukazující na technologický úbytek v závislosti na čase sušení a také umístění v sušárně. Jedna z osmi tabulek naměřených dat je uvedena v příloze.

### 4.1 Stanovení celkové sušiny sušením

Pro každý meziprodukt výroby lékořicové hmoty byly připraveny tři vzorky k sušení. V kapitole 3.1 je uveden postup měření a přípravy vzorků. Výsledky měření jsou uvedeny v tabulce č. 3 a grafu č. 1.

*Tabulka 3: Naměřené hodnoty celkové sušiny lékořicové hmoty v různých stádiích výroby v procentech*

druh hmoty	číslo měření	sušina [%]	průměr [%]	směrodatná odchylka
hotový výrobek po sušení	1	11,76	11,87	0,08
	2	11,95		
	3	11,89		
po vaření	1	28,80	28,33	0,41
	2	27,81		
	3	28,38		
před vařením (smísení surovin)	1	31,57	31,79	0,16
	2	31,83		
	3	31,96		



*Graf 1: Obsah celkové sušiny lékořicové hmoty v různých stádiích výroby v procentech*



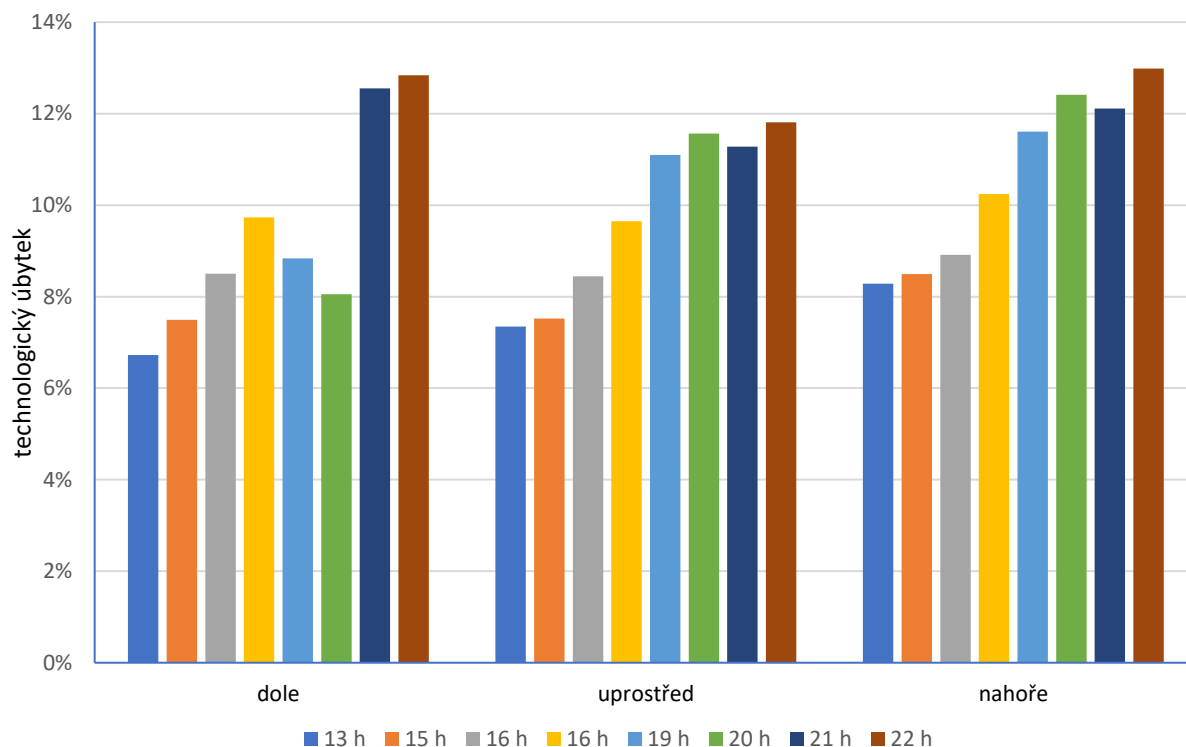
Obsah celkové sušiny se u hotového výrobku pohyboval okolo 12 %, což byla dle očekávání nejnižší hodnota ze všech stádií výroby. Nízký obsah sušiny je u hotového výrobku způsoben procesem sušení, který byl aplikován pouze u vzorku hmoty hotového výrobku. Z grafu je patrné, že u hmoty před a po vaření není rozdíl obsahu sušiny příliš velký. Procesem vaření se obsah sušiny snížil z přibližně 32,5 % na 28,5 %. Během vaření se pravděpodobně odpařilo větší množství vody, avšak bylo přidáno barvivo a aroma což mohlo obsah sušiny mírně zvýšit.

## 4.2 Stanovení technologického úbytku během sušení v závislosti na umístění v sušárně

Postup měření a podmínky jsou uvedeny v kapitole 3.2. Měření probíhalo v průmyslové sušárně ve výrobním závodě firmy The Candy Plus Sweet Factory během běžného výrobního procesu. V tabulce č. 4 hodnota „úbytek [g]“ již odpovídá průměrnému hmotnostnímu úbytku na celém karátku v dané poloze. Na každém karátku bylo sušeno 80–90 lékořicových výrobků. V příloze jsou uvedeny tabulky s příkladem naměřených hodnot hmotností před a po sušení. Dále je v tabulce č. 4 uveden hmotnostní a procentuální technologický úbytek vzhledem k hmotnosti výrobku před sušením. Hodnoty technologického úbytku jsou prezentovány jak v závislosti na době sušení, tak poloze karátka ve stojce (výšce umístění) a umístění palety v sušárně. Uvedené průměrné hodnoty jsou vždy vztaženy vzhledem k celé stojce.

*Tabulka 4: hodnoty technologického úbytku v závislosti na době sušení a poloze v sušárně vyjádřené v gramech a procentech*

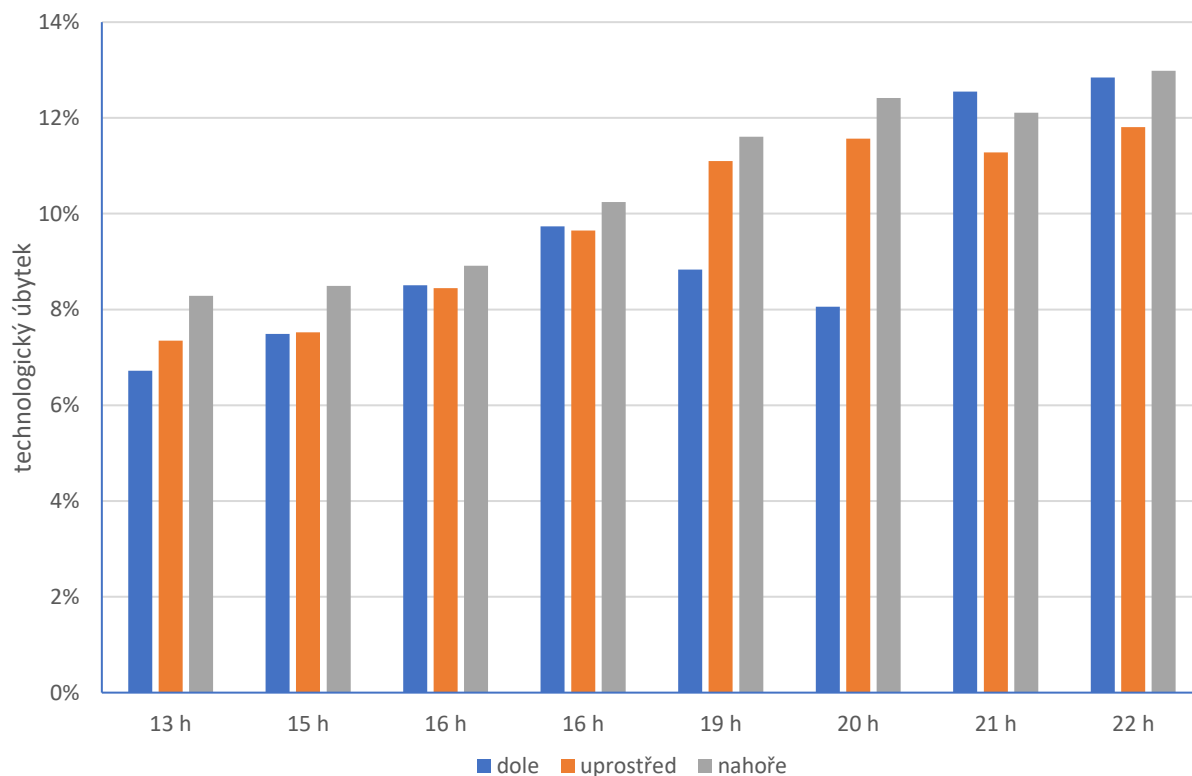
doba sušení	poloha karátka	umístění v sušárně	úbytek [g]	průměr [g]	úbytek [%]	průměr [%]
13 h	dole	vpředu	1,29	1,43	6,72	7,45
	uprostřed		1,41		7,35	
	nahoře		1,61		8,29	
15 h	dole	vzadu	1,46	1,52	7,49	7,84
	uprostřed		1,47		7,52	
	nahoře		1,66		8,49	
16 h	dole	vpředu	1,67	1,69	8,50	8,62
	uprostřed		1,66		8,45	
	nahoře		1,75		8,91	
16 h	dole	vzadu	1,91	1,93	9,74	9,87
	uprostřed		1,89		9,65	
	nahoře		2,01		10,24	
19 h	dole	vpředu	1,75	2,09	8,84	10,51
	uprostřed		2,20		11,10	
	nahoře		2,33		11,61	
20 h	dole	vpředu	1,60	2,11	8,06	10,68
	uprostřed		2,29		11,57	
	nahoře		2,46		12,41	
21 h	dole	vzadu	2,48	2,35	12,55	11,98
	uprostřed		2,21		11,28	
	nahoře		2,38		12,11	
22 h	dole	vzadu	2,53	2,46	12,84	12,54
	uprostřed		2,31		11,81	
	nahoře		2,55		12,98	



*Graf 2: závislost technologického úbytku (%) na době sušení uvedená pro umístění karátka ve stojce*

Z grafu č. 2 lze pozorovat, že při umístění karátka v prostřední a horní poloze ve stojce je technologický úbytek závislý na době sušení poměrně lineárně, což je dle očekávání. Avšak při umístění karátka v dolní poloze je, jak můžeme vidět v grafu č. 2, nejprve pokles u výrobků sušených 19 a 20 hodin a následný vysoký nárůst úbytku u výrobků sušených 21 a 22 hodin. Tyto výkyvy jsou způsobeny, spíše než dobou sušení, umístěním celé palety v sušárně. Zaměříme-li se pouze na část grafu pro výrobky sušené dole, tak žlutý sloupec odpovídá 16 hodinám sušení, je pro paletu nacházející se u zadní stěny sušárny. Výrobky sušené 19 a 20 hodin byly umístěny v přední části u vchodu do sušárny, zatímco výrobky sušené 21 a 22 hodin byly opět umístěny u zadní stěny sušárny. Z tohoto experimentu tedy můžeme usoudit, že v nízké poloze jsou výrobky nejvíce závislé na umístění palety v sušárně a sušeny znatelně lépe u zadní stěny sušárny než v přední části. To je pravděpodobně způsobeno vytápěním sušárny, které je umístěno právě u zadní stěny, což způsobuje rychlejší sušení výrobků, které jsou v blízkosti. Naopak v přední části sušárny je umístěn vchod, a to může nepříznivě ovlivňovat sušení v nižších polohách, které se zde kvůli větrání mohou hůře vytápět. Rozdíl může být takto markantní i vzhledem k dlouhému času sušení.

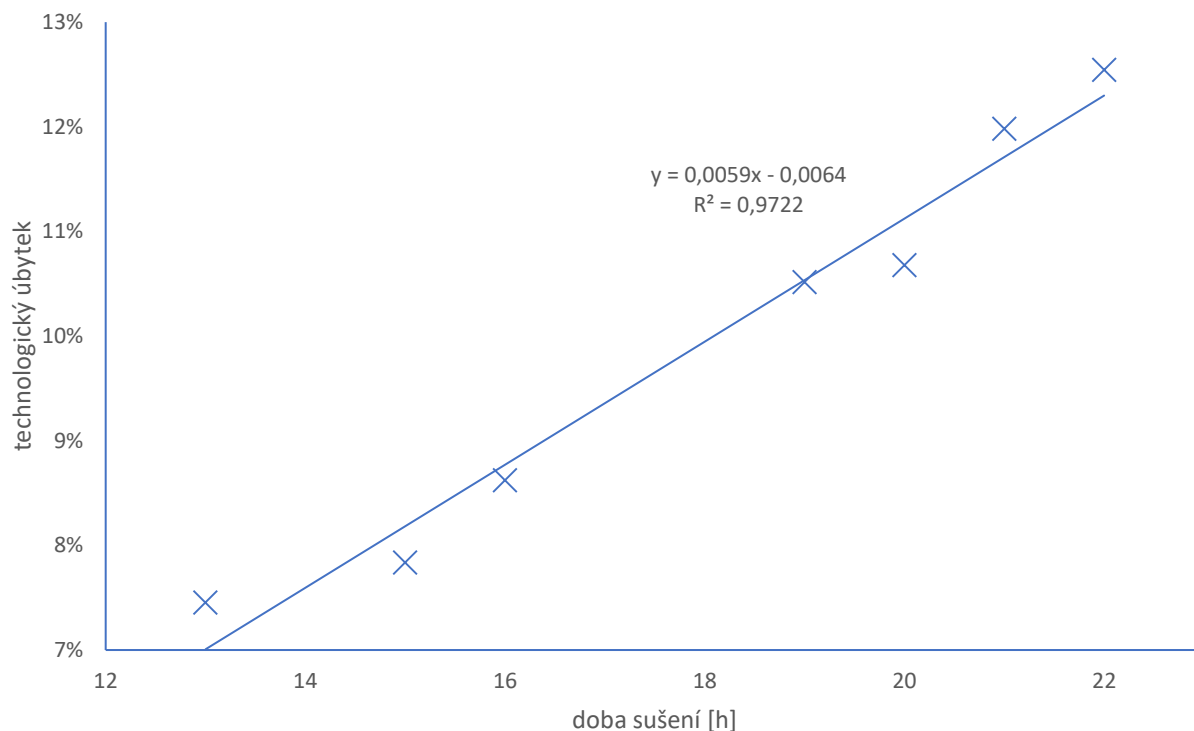
Předepsaná doba pro sušení tohoto druhu lékořicových výrobků je 16 hodin. Šedým sloupcem jsou označeny výrobky sušené v přední části a žlutým sloupcem výrobky sušené v zadní části sušárny. Přestože byly výrobky sušeny stejnou dobu, tedy 16 hod., tak lze v grafu č. 2 pozorovat vyšší technologický úbytek pro výrobky sušené vzadu, a to ve všech polohách ve stojce (na paletě), tedy jak dole, tak uprostřed a nahoře. To je opět nejspíše způsobeno umístěním vytápěcího zařízení a ventilátorů na zadní stěně sušárny. Lišit se nejspíše bude i teplota v přední a zadní části sušárny, která bude v blízkosti vytápěcího zařízení vyšší.



*Graf 3: technologický úbytek v závislosti na poloze ve stojce (výšce od podlahy)*

V grafu č. 3 lze pozorovat technologický úbytek vždy v rámci jedné stojky, avšak pro různou polohu ve stojce tedy výšku od podlahy. Co se týče závislosti na čase, tak je dle očekávání a stejně jako v minulém grafu patrný nárůst úbytku s přibývajícím časem sušení.

Nejvyšší technologický úbytek byl naměřen, jak lze pozorovat v grafu č. 3, na karátkách umístěných v nejvyšší poloze, a to téměř pro všechny měřené stojky. V části grafu znázorňující 19 a 20 hodin je největší rozdíl v úbytku mezi výrobky sušenými dole a výrobky sušenými nahore, zatímco v části grafu znázorňující 21 a 22 hodin je technologický úbytek v obou polohách srovnatelný. Tento fakt lze vysvětlit tím, že výrobky sušené 19 a 20 hodin byly sušeny v přední části sušárny, kde je pravděpodobně kvůli umístění vchodů i největší teplotní rozdíl mezi dolní a horní polohou. Výrobky sušené 21 a 22 hodin byly naopak umístěny v zadní části sušárny v blízkosti vytápěcího zařízení, což teplotní rozdíl mohlo eliminovat. Srovnatelné účinnosti sušení v dolní a horní poloze také mohlo dopomoci umístění vytápěcího zařízení, které je situováno ve spodní polovině zadní stěny sušárny. Pro úbytek v prostřední poloze lze pozorovat, že je v podstatě závislý pouze na době sušení, nikoli na umístění v sušárně.



*Graf 4: závislost technologického úbytku na době sušení*

Aritmetické průměry technologického úbytku pro celé stojky, tedy z dolní, prostřední a horní polohy jsou, jak lze vidět z grafu č. 4, lineárně závislé na čase. Z dlouhodobého hlediska tak lze úbytek ovlivnit dobou sušení a celkový úbytek na hmotnosti hmoty způsobený sušením udržovat relativně konstantní. V globálním měřítku je tedy technologický úbytek regulací doby sušení snadno ovlivnitelný, avšak z pohledu jednotlivých výrobků je zde problém v různé účinnosti sušárny v různých místech, jak již bylo znázorněno v grafech 2 a 3. Pozorovatelné rozdíly úbytku byly také vzhledem k poloze výrobku na jednotlivém karátku. U výrobků umístěných v krajních řadách byl úbytek zpravidla vyšší než u výrobků v prostřední části karátka (tabulka 6, příloha), což se dá předpokládat, že bylo způsobeno lepším prouděním sušicího vzduchu na okrajích karátka.

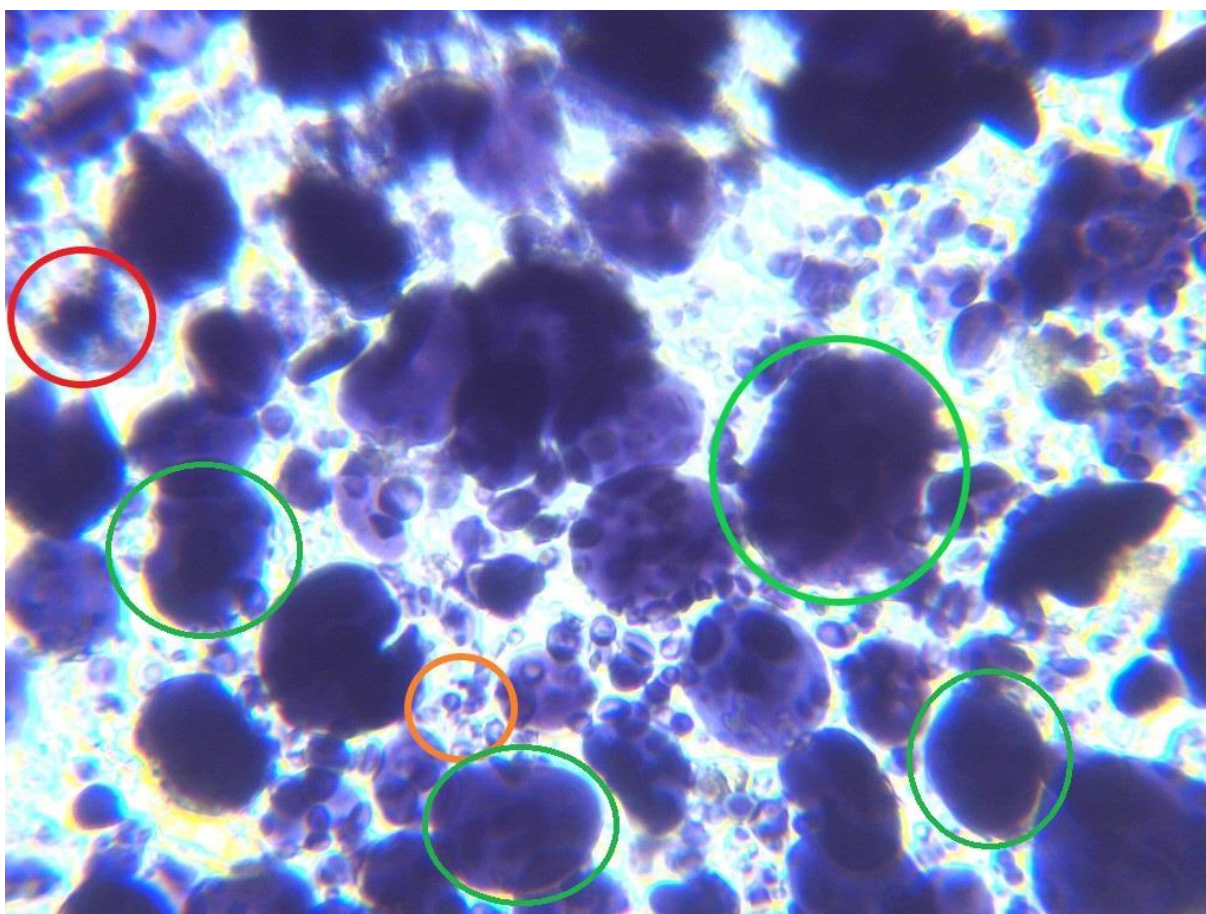
Nerovnoměrným sušením může docházet k nedostatečnému usušení nebo naopak přesušení některých kusů výrobku. To pak může mít vliv na strukturu nebo trvanlivost výrobku, která se může při nedosušení značně zkrátit. Dalším problémem nerovnoměrného sušení je garantovaná hmotnost balených výrobků, která v případě přesušení některých kusů nemusí dosahovat požadované hodnoty. Technologický úbytek je tedy důležitým faktorem, který je nutné hlídat během výroby, aby měl výsledný produkt požadované parametry. Na základě úbytku během sušení je naprogramován extrudér na hmotnost porcování hmoty tak, aby po sušení měl výrobek požadovanou konečnou hmotnost. Správná doba sušení je tedy důležitá jak z hlediska trvanlivosti a senzorické kvality, tak z hlediska ekonomického.

### 4.3 Mikroskopické pozorování škrobových zrn v lékořicové hmotě

Mikroskopický rozbor lékořicové hmoty se provádí za účelem zkoumání kvality uvařené hmoty. Vzorek pro pozorování byl připraven dle postupu uvedeném v kapitole 3.3. Účelem pozorování je zjištění podílu nabotnalých škrobových zrn, nenabotnalých škrobových zrn a zrn rozvařených tedy prasknutých. V červeném kruhu (obr. 15) je označeno rozvařené škrobové zrno, jejichž podíl musí být v kvalitní mase do 10 %. Rozvařená zrna nejsou schopna udržet vlhkost během sušení a skladování. Proto může vyšší podíl rozvařených zrn způsobit nadměrnou ztrátu vlhkosti při sušení a tím nežádoucí ztvrdnutí produktu.

Zelenými kruhy (obr. 15) jsou označeny správně nabobtnaná zrna škrobu. Různý stupeň nabobtnání lze pozorovat v rozdílné velikosti označených zrn na obrázku 15. K nabobtnání, tedy pohlcení vlhkosti škrobovým zrnem dochází během procesu vaření hmoty. Takto správně nabobtnaná zrna pak dokážou udržet vlhkost i při procesu sušení, což je klíčem k požadované textuře a sensorické kvalitě výrobku.

Nenabobtnalá zrna, která během vaření hmoty nepohltily téměř žádnou vlhkost jsou na obrázku 15 označena v oranžovém kruhu. Podíl takových zrn by ve správně uvařené hmotě neměl být vyšší než 30 %. Vzhledem k nulovému pohlcení vody těmito škrobovými zrny nepřispívají k udržení vlhkosti.

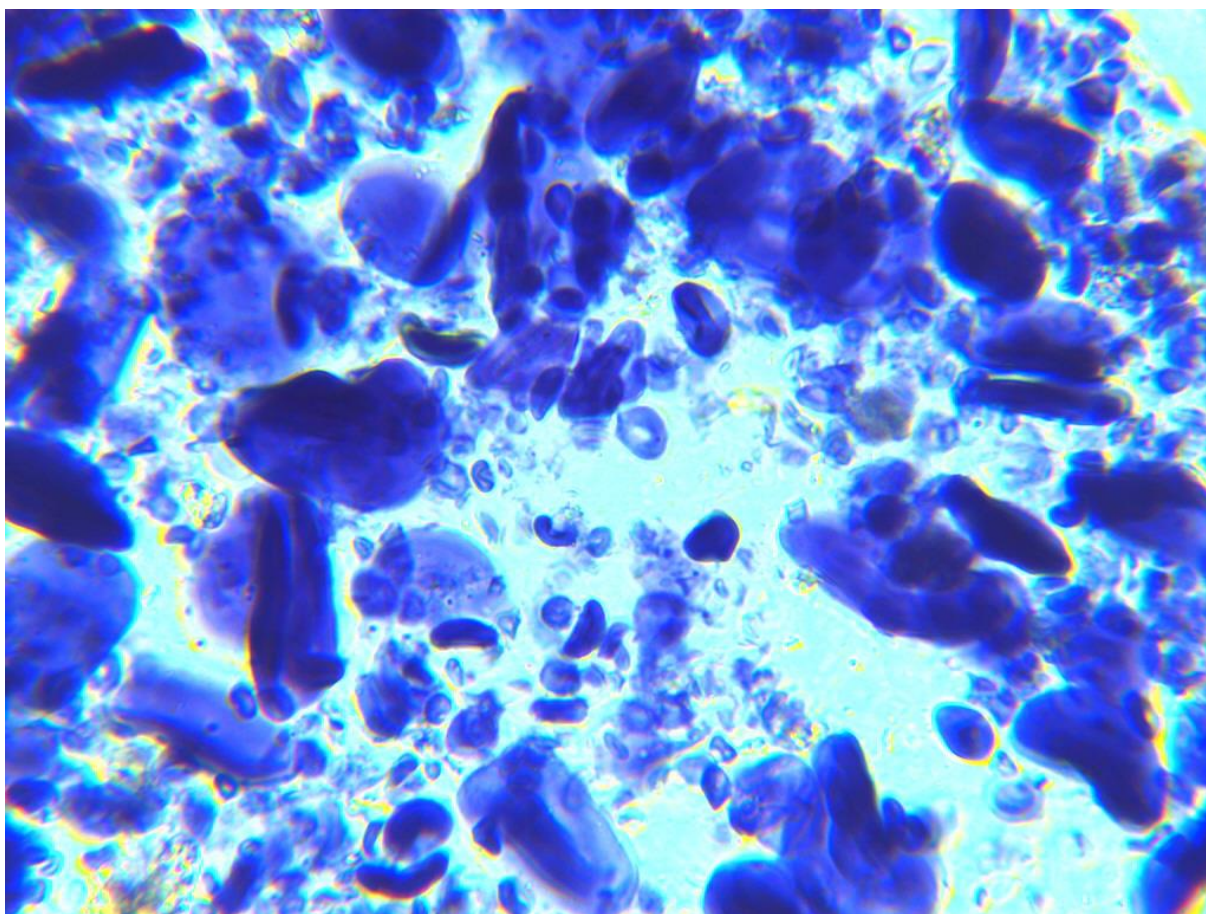


Obrázek 15: mikroskopický snímek škrobových zrn ve správně uvařené hmotě (zvětšení 40x0,65)



Mikroskopický snímek, jež můžeme vidět na obrázku 16 je vzorek nesprávně uvařené lékořicové hmoty. Jde o směs převážně rozvařených a nenabobtnalých škrobových zrn s nedostatečným podílem správně nabobtnalých. Taková hmota je nevhodná pro další zpracování.

Podíl dobře uvařených škrobových zrn je klíčový pro další zpracování hmoty a trvanlivost výrobku. Pokud hmota obsahuje více 10 % rozvařených nebo 30 % neuvařených zrn je snížena trvanlivost výrobku vzhledem k nedostatečnému vázání vlhkosti, čímž dochází k samovolnému postupnému vysychání produktu během skladování. Správně uvařená škrobová zrna jsou schopna udržovat vlhkost výrobku po celou dobu trvanlivosti, čímž si výrobek zachovává původní texturu a chuť.



*Obrázek 16: mikroskopický snímek škrobových zrn v nesprávně uvařené hmotě (zvětšení 40x0,65)*

#### 4.4 Stanovení obsahu cukrů kapalinovou chromatografií (HPLC)

Byl stanoven obsah fruktózy, glukózy a sacharózy ve vzorcích lékořicové hmoty před vařením, po vaření a vysušených výrobků. Obsah sacharidů byl vztažen k sušině. Postup přípravy vzorků a parametry měření jsou uvedeny v kapitole 3.3.

*Tabulka 5: Obsah sacharidů v lékořicové hmotě*

	sacharid	ve hmotě [ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ]	v sušině [ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ]	v sušině [%]
před vařením	glukóza	80,6	118,1	11,8 %
	fruktóza	63,0	92,4	9,2 %
	sacharóza	158,7	232,7	23,2 %
po vaření	glukóza	85,1	118,8	11,8 %
	fruktóza	67,8	94,6	9,4 %
	sacharóza	162,2	226,3	22,6 %
výrobek	glukóza	111,8	126,8	12,7 %
	fruktóza	94,8	107,6	10,8 %
	sacharóza	177,1	201,0	20,1 %

Z výsledků je patrné, že se obsah sacharidů vztažený k sušině před vařením a po uvaření hmoty prakticky nezměnil. Změnu je však možné pozorovat u vysušených výrobků oproti hmotě po uvaření. Došlo k nárůstu obsahu glukózy a fruktózy, a naopak poklesu obsahu u sacharózy. Změna mohla být způsobena tepelným rozkladem sacharózy během sušení výrobku.



## 5. ZÁVĚR

Teoretická část bakalářské práce pojednávala o botanické charakteristice lékořice, metodice jejího pěstování, látkách obsažených v rostlině a farmakologických vlastnostech. Byly také uvedeny potravinářské možnosti využití lékořice. Nejčastěji se lékořice využívá v typických černých cukrovinkách. Proto významnou součástí práce byl také popis složení lékořicové hmoty, postup výroby této hmoty a výrobku z ní.

V experimentální části byl stanoven obsah sušiny v lékořicové hmotě v různých stádiích výroby. Technologický úbytek během sušení lékořicových výrobků, byl stanoven na základě rozdílu hmotností před a po sušení. Vzhledem k velkému souboru dat lze považovat tyto výsledky za jasně vypovídající. Obsah sacharidů byl stanoven metodou kapalinové chromatografie (HPLC). Pro stanovení obsahu rozvařených a nedovařených škrobových zrn a tím k určení kvality hmoty pro další zpracování bylo provedeno mikroskopické pozorování uvařené lékořicové hmoty.

Obsah sušiny byl u hmoty před vařením stanoven na 31,8 %, u hmoty uvařené na 28,3 % a u hotových výrobků na 11,9 %. Technologický úbytek během sušení byl závislý především na době sušení. Bylo však také prokázáno, že nejvyšší technologický úbytek vykazují výrobky sušené ve vyšší poloze v sušárně. Jistá závislost je zde i vzhledem k umístění vůči zdroji sušícího vzduchu.

Kapalinovou chromatografií bylo stanoveno 11,8 % glukózy, 9,2 % fruktózy, 23,3 % sacharózy v lékořicové hmotě před vařením; 11,9 % glukózy, 9,4 % fruktózy, 22,6 % sacharózy v uvařené hmotě; 12,7 % glukózy, 10,8 % fruktózy a 20,1 % sacharózy v usušených lékořicových výrobcích, přičemž všechny hodnoty jsou vztaženy k sušině. Vyšší obsah glukózy a fruktózy u hotového výrobku je pravděpodobně způsoben částečným rozkladem sacharózy.

K dosažení rovnoměrného technologického úbytku u všech výrobků a tím zkrácení potřebné doby sušení by bylo nutné použití vhodnější sušárny se stálou teplotou ve všech místech a rovnoměrným prouděním vzduchu ke všem výrobkům. Rovnoměrné sušení výrobků by zajišťovalo standardní kvalitu každého jednotlivého kusu produktu.

## 6. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] POLÍVKA, František, 2010. *Užitkové a pamětihodné rostliny cizích zemí*. Vyd. 3., Ve Volvox Globator 2. Praha: Volvox Globator. ISBN 78-80-7207-765-6.
- [2] BÖHM, Jan, 1947. *Průvodce nevymrzající zahradou, její vliv na výživu a zdraví lidské, s hlavním zřetelem na nezmrzající ovocné keře a stromy Mičurinovy, vyzkoušené ovoce domácí a plody málo známé*. Blatná: Bratři Řimsové.
- [3] Lékořici můžete na zahradě pěstovat i Vy, *Https://www.osiva-semena.cz/* [online]. [cit. 2019-03-08]. Dostupné z: [https://www.osiva-semena.cz/blog/109\\_lekorici-muzete-na-zahrade-pestovat-i-vy.html](https://www.osiva-semena.cz/blog/109_lekorici-muzete-na-zahrade-pestovat-i-vy.html)
- [4] VYMYSLICKÝ, Tomáš a Jarmila NEUGEBAUEROVÁ, 2009. *Metodika pěstování lékořice lysé (Glycyrrhiza glabra L.) v České republice*. Troubsko: Výzkumný ústav pícninářský. ISBN 978-80-86908-17-5.
- [5] CASTLEMAN, Michael, 2004. *Velká kniha léčivých rostlin: klasický průvodce nejlepšími přírodními léčivy představující ty nejlepší - časem i vědou prověřené - léčivé rostliny*. Praha: Columbus. ISBN 80-724-9177-6.
- [6] SEDLÁČKOVÁ, Klára, 2018. *Faktory ovlivňující množství a složení látek fenolické povahy v rodu Glycyrrhiza L.* Lednice. Diplomová práce. Mendelova univerzita v Brně Zahradnická fakulta v Lednici. Vedoucí práce Doc. Ing. Jarmila Neugebauerová, Ph.D.
- [7] HEJNÝ, Slavomil a Bohumil SLAVÍK, ed., 2003. *Květena České republiky*. 2., nezm. vyd. Praha: Academia. ISBN 80-200-1090-4.
- [8] OTISKOVÁ, Alena, 2008. *Mikroskopie drogy Liquiritiae radix různého původu*. Praha. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze Farmaceutická fakulta. Vedoucí práce Doc. RNDr. Jirina Spilková, CSc.
- [9] KARKANIS, A., N. MARTINS, S.A. PETROPOULOS a I.C.F.R. FERREIRA, 2016. Phytochemical composition, health effects, and crop management of liquorice (Glycyrrhiza glabra L.): A medicinal plant. *Food Reviews International*. **34**(2), 182-203. DOI: 10.1080/87559129.2016.1261300. ISSN 8755-9129.
- [10] SWEETENERS, c2003. *Encyclopedia of food sciences and nutrition*. 2nd ed. New York: Academic Press, s. 5695-5702. ISBN 9999901271.
- [11] SEKI, H., K. OHYAMA, S. SAWAI, et al., 2008. Licorice amyrisin 11-oxidase, a cytochrome P450 with a key role in the biosynthesis of the triterpene sweetener glycyrrhizin. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. **105**(37), 14204-14209. DOI: 10.1073/pnas.0803876105. ISSN 0027-8424.
- [12] SEKI, Hikaru, Satoru SAWAI, Kiyoshi OHYAMA, et al., 2012. Triterpene Functional Genomics in Licorice for Identification of CYP72A154 Involved in the Biosynthesis of Glycyrrhizin. *The Plant Cell*. **23**(11), 4112-4123. DOI: 10.1105/tpc.110.082685. ISSN 1040-4651.

- [13] RICE-EVANS, Catherine A., Nicholas J. MILLER a George PAGANGA, 1996. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radical Biology and Medicine*. **20**(7), 933-956. DOI: 10.1016/0891-5849(95)02227-9. ISSN 08915849.
- [14] BRAVO, Laura, 1998. Polyphenols: Chemistry, Dietary Sources, Metabolism, and Nutritional Significance. *Nutrition Reviews*. **56**(11), 317-333. DOI: 10.1111/j.1753-4887.1998.tb01670.x. ISSN 00296643.
- [15] CROFT, KEVIN D., 1998. The Chemistry and Biological Effects of Flavonoids and Phenolic Acids. *Annals of the New York Academy of Sciences*. **854**(1 TOWARDS PROLO), 435-442. DOI: 10.1111/j.1749-6632.1998.tb09922.x. ISSN 0077-8923.
- [16] VOLF, Karel a František ANDRS. *Flavonoidy a jejich biologické působení*. Praha: K. Wolf, 2008
- [17] FORMICA, J.V. a W. REGELSON, 1995. Review of the biology of quercetin and related bioflavonoids. *Food and Chemical Toxicology*. **33**(12), 1061-1080. DOI: 10.1016/0278-6915(95)00077-1. ISSN 02786915.
- [18] ZABALA, Gracia, Jijun ZOU, Jigyasa TUTEJA, Delkin O GONZALEZ, Steven J CLOUGH a Lila O VODKIN, Transcriptome changes in the phenylpropanoid pathway of Glycine max in response to Pseudomonas syringae infection. *BMC Plant Biology*. **6**(1). DOI: 10.1186/1471-2229-6-26. ISSN 14712229.
- [19] ZHANG, Qingying a Min YE, 2009. Chemical analysis of the Chinese herbal medicine Gan-Cao (licorice). *Journal of Chromatography A*. **1216**(11), 1954-1969. DOI: 10.1016/j.chroma.2008.07.072. ISSN 00219673.
- [20] HOLLMAN, Peter C.H. a Martijn B. KATAN, 2016. Health Effects and Bioavailability of Dietary Flavonols. *Free Radical Research*. **31**(sup1), 75-80. DOI: 10.1080/10715769900301351. ISSN 1071-5762.
- [21] SCALBERT, Augustin a Gary WILLIAMSON, 2000. Dietary Intake and Bioavailability of Polyphenols. *The Journal of Nutrition*. **130**(8), 2073S-2085S. DOI: 10.1093/jn/130.8.2073S. ISSN 0022-3166.
- [22] VELÍŠEK, Jan, 2002. *Chemie potravin*. Vyd. 2. upr. Tábor: OSSIS. ISBN 80-866-5900-3.
- [23] BALASUBRAMANIAN, S. a S. GOVINDASAMY, 1996. SHORT COMMUNICATION: Inhibitory effect of dietary flavonol quercetin on 7,12-dimethyl-benz[ $\alpha$ ]anthracene-induced hamster buccal pouch carcinogenesis. *Carcinogenesis*. **17**(4), 877-879. DOI: 10.1093/carcin/17.4.877. ISSN 0143-3334
- [24] SHABANI, L., A. A. EHSANPOUR, G. ASGHARI a J. EMAMI, 2009. Glycyrrhizin production by in vitro cultured Glycyrrhiza glabra elicited by methyl Jasmonate and salicylic acid: Inhibitory effect of dietary flavonol quercetin on 7,12-dimethyl-benz[ $\alpha$ ]anthracene-induced hamster buccal pouch carcinogenesis. *Russian Journal of Plant Physiology*. **56**(5), 621-626. DOI: 10.1134/S1021443709050069. ISSN 1021-4437.

- [25] MENEGAZZI, M, R DIPAOLA, E MAZZON, et al., 2008. Glycyrrhizin attenuates the development of carrageenan-induced lung injury in mice. *Pharmacological Research*. **58**(1), 22-31. DOI: 10.1016/j.phrs.2008.05.012. ISSN 10436618.
- [26] XU, Wanxia, Lei LIANG a Mingjun ZHU, 2014. Determination of Sugars in Molasses by HPLC Following Solid-Phase Extraction. *International Journal of Food Properties*. **18**(3), 547-557. DOI: 10.1080/10942912.2013.837064. ISSN 1094-2912.
- [27] DOSTÁLOVÁ, Jana a Pavel KADLEC, 2014. *Potravinářské zbožíznalství: technologie potravin*. Ostrava: Key Publishing. Monografie (Key Publishing). ISBN 978-80-7418-208-2.
- [28] YU, Pei, Xian-Bing XU a Shu-Juan YU, 2017. Inhibitory effect of sugarcane molasses extract on the formation of Nε-(carboxymethyl)lysine and Nε-(carboxyethyl)lysine. *Food Chemistry*. **221**, 1145-1150. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.11.045. ISSN 03088146.
- [29] KAYLA, McDonell, 2017. Everything you need to know about molasses. *Medical news today* [online]. US, 31. july 2017 [cit. 2019-03-28]. Dostupné z: <https://www.medicalnewstoday.com/articles/318719.php>
- [30] SCHIWECK, Hubert, Margaret CLARKE a Günter POLLACK, 2007. *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. 2000-06-15, (issue2). DOI: 10.1002/14356007.a25\_345.
- [31] RANKEN, M. D., R. C. KILL a C. BAKER, ed., *Food Industries Manual*. 1997. DOI: 10.1007/978-1-4613-1129-4.
- [32] FOX, Brian A., Allan G. CAMERON, M. E. J. LEAN a Brian A. FOX, 2006. *Food Science, Nutrition & Health*. 7th ed. New York: Distributed in the United States by Oxford University Press. ISBN 978-034-0809-488.
- [33] EDDY VAN DAMME, 2009. *Invert Sugar Recipe* [online]. United States, 1. november 2009 [cit. 2019-04-03]. Dostupné z: <http://www.chefeddy.com/2009/11/invert-sugar/>
- [34] Inversion of Sucrose, Colby [online]. [cit. 2019-04-03]. Dostupné z: <https://www.colby.edu/chemistry/PChem/lab/InversionSucrose.pdf>
- [35] JUNG, Jae-Chul, Yun-Hee LEE, Sou Hyun KIM, Keuk-Jun KIM, Kyung-Mi KIM, Seikwan OH a Young-Suk JUNG, 2015. Hepatoprotective effect of licorice, the root of *Glycyrrhiza uralensis* Fischer, in alcohol-induced fatty liver disease. *BMC Complementary and Alternative Medicine*. **16**(1). DOI: 10.1186/s12906-016-0997-0. ISSN 1472-6882.
- [36] HOBBS, Larry, 2009. Sweeteners from Starch. *Starch*. US: Elsevier, 2009, 797-832. DOI: 10.1016/B978-0-12-746275-2.00021-5. ISBN 9780127462752.
- [37] GUZMÁN-MALDONADO, Horacio, Octavio PAREDES-LÓPEZ a Costas G. BILIADERIS, 1995. Amylolytic enzymes and products derived from starch: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. **35**(5), 373-403. DOI: 10.1080/10408399509527706. ISSN 1040-8398.
- [38] RIPPE, James M., [2014]. *Fructose, high fructose corn syrup, sucrose and health*. New York: Humana Press. Nutrition and health (Totowa, N.J.). ISBN 978-148-9980-779.

- [39] Benefits of caramel colour, 2019. *International technical caramel association* [online]. US [cit. 2019-04-08]. Dostupné z: <https://www.caramelfacts.org/benefits/>
- [40] Caramel Colors for a Variety of Applications, 2013. *Sethness caramel colour* [online]. 25.11.2013 [cit. 2019-04-08]. Dostupné z: <https://www.sethness.com/applications/>
- [41] MEISEL, Harry a N.J. ENGLEWOOD, *Process for preparing caramel color*. United States of America. 288 482. Uděleno 17.6.1963. Zapsáno 26.10.1965.
- [42] MYERS, D.V. a J.C. HOWELL, 1992. Characterization and specifications of caramel colours: An overview. *Food and Chemical Toxicology*. **30**(5), 359-363. DOI: 10.1016/0278-6915(92)90061-O. ISSN 02786915.
- [43] ZIEGLER, Erich a Herta ZIEGLER, c1998. *Flavourings: production, composition, applications, regulations*. New York: Wiley-VCH. ISBN 35-272-9786-3.
- [44] BLAVI, L., D. SOLÀ-ORIO, J. J. MALLO a J. F. PÉREZ, 2016. Anethol, cinnamaldehyde, and eugenol inclusion in feed affects postweaning performance and feeding behavior of piglets. *Journal of Animal Science*. **94**(12), 5262-5271. DOI: 10.2527/jas.2016-0760. ISSN 0021-8812.
- [45] CLARKE, S, 2008. Families of compounds that occur in essential oils. *Essential Chemistry for Aromatherapy*. Elsevier, 2008, 41-77. DOI: 10.1016/B978-0-443-10403-9.00003-0. ISBN 9780443104039.
- [46] BAUER, Kurt a Reiner MÖLLEKEN, *Process for the production of anethole*. United States of America. 4026951. Zapsáno 31. 5. 1977.
- [47] PIPER, Joseph D. a Peter W. PIPER, 2017. Benzoate and Sorbate Salts: A Systematic Review of the Potential Hazards of These Invaluable Preservatives and the Expanding Spectrum of Clinical Uses for Sodium Benzoate. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. **16**(5), 868-880. DOI: 10.1111/1541-4337.12284. ISSN 15414337.
- [48] NOLLET, Leo M. L. a Fidel TOLDRÁ, [2015]. *Handbook of food analysis*. Third edition. Boca Raton, FL. ISBN 978-146-6556-546.
- [49] VANALLAN, J., 1944. SORBIC ACID. *Organic Syntheses*. **24**. DOI: 10.15227/orgsyn.024.0092. ISSN 00786209.
- [50] FERNHOLZ, Hans, Bad SODEN a Eberhard MUNDLOS, *Process for the manufacture of sorbic acid*. Germany. 662 968. Uděleno 7. 6. 1956. Zapsáno 13. 2. 1962.
- [53] PROKEŠOVÁ, Eliška, 2014. *Morfologické a chemické hodnocení druhů Glycyrrhiza (lékořice)*. Lednice. Bakalářská práce. Mendelova univerzita v Brně, Zahradnická fakulta v Lednici. Vedoucí práce Ing. Jarmila Neugebauerová, Ph.D.
- [54] PÍTROVÁ, Eliška, 2010. *Využití Glycyrrhiza (lékořice) v potravinářství a medicíně*. Lednice. Bakalářská práce. Mendelova univerzita v Brně Zahradnická fakulta v Lednici. Vedoucí práce Glycyrrhiza (lékořice).

## **7. SEZNAM ZKRATEK**

NOS – NO syntáza (nitric oxide synthase)

LDL – nízkodenzitní lipoproteiny (low density lipoproteins)

HFCS – glukózo-fruktózový sirup (high fructose corn sirup)

HPLC – vysokoúčinná kapalinová chromatografie (high performance liquid chromatography)

Brix (°Bx) – poměr hmotnosti cukru a vody ve které je dané množství rozpuštěno; 100 g roztoku 25 °Bx obsahuje 25 g cukru.

## 8. PŘÍLOHY

Tabulka 6: naměřená data hmotností výrobků před a po sušení, technologický úbytek

vzadu v sušárně karátko 3 - dole				vzadu v sušárně karátko 15 - uprostřed				vzadu v sušárně karátko 29 - nahoře			
22 h sušení				22 h sušení				22 h sušení			
před	po	úbytek	úbytek	před	po	úbytek	úbytek	před	po	úbytek	úbytek
[g]	[g]	[g]	[%]	[g]	[g]	[g]	[%]	[g]	[g]	[g]	[%]
19,7	17,1	2,6	13,20	19,7	17,1	2,6	13,20	19,6	17	2,6	13,27
19,5	16,9	2,6	13,33	19,4	16,9	2,5	12,89	19,8	17,2	2,6	13,13
19,7	17,1	2,6	13,20	19,6	17,1	2,5	12,76	19,6	17,1	2,5	12,76
20,2	17,5	2,7	13,37	19,6	17,1	2,5	12,76	19,5	16,9	2,6	13,33
19,6	17,1	2,5	12,76	19,6	17,2	2,4	12,24	19,5	16,9	2,6	13,33
19,7	17,2	2,5	12,69	19,6	17,2	2,4	12,24	19,4	16,8	2,6	13,40
20,3	17,8	2,5	12,32	19,6	17,3	2,3	11,73	19,7	17	2,7	13,71
19,5	17,2	2,3	11,79	19,4	17,1	2,3	11,86	19,7	17,2	2,5	12,69
19,8	17,3	2,5	12,63	20,1	17,8	2,3	11,44	19,6	17	2,6	13,27
19,5	17,2	2,3	11,79	19,6	17,4	2,2	11,22	19,6	17	2,6	13,27
19,7	17,3	2,4	12,18	19,6	17,4	2,2	11,22	19,4	16,9	2,5	12,89
19,5	17,2	2,3	11,79	19,2	17,1	2,1	10,94	19,5	16,9	2,6	13,33
19,8	17,3	2,5	12,63	19,8	17,2	2,6	13,13	19,6	17,1	2,5	12,76
19,5	17,1	2,4	12,31	19,5	16,9	2,6	13,33	19,7	17,2	2,5	12,69
19,7	17,2	2,5	12,69	19,6	17	2,6	13,27	19,7	17,2	2,5	12,69
20,4	17,8	2,6	12,75	19,6	17,2	2,4	12,24	20,4	17,7	2,7	13,24
19,7	17,2	2,5	12,69	19,9	17,4	2,5	12,56	19,4	16,8	2,6	13,40
19,7	17,3	2,4	12,18	19,7	17,4	2,3	11,68	19,6	17,1	2,5	12,76
19,7	17,3	2,4	12,18	19,5	17,2	2,3	11,79	19,5	17	2,5	12,82
19,6	17,2	2,4	12,24	19,4	17,1	2,3	11,86	19,5	16,9	2,6	13,33
19,5	17,2	2,3	11,79	19,6	17,3	2,3	11,73	20,2	17,6	2,6	12,87
19,7	17,4	2,3	11,68	19,6	17,4	2,2	11,22	19,7	17,1	2,6	13,20
20,2	17,8	2,4	11,88	19,3	17,2	2,1	10,88	19,6	17,1	2,5	12,76
19,8	17,4	2,4	12,12	19,3	17,2	2,1	10,88	19,4	16,9	2,5	12,89
19,8	17,4	2,4	12,12	20,2	17,6	2,6	12,87	20,3	17,6	2,7	13,30
19,7	17,3	2,4	12,18	19,6	17,1	2,5	12,76	19,5	17	2,5	12,82
19,7	17,4	2,3	11,68	19,7	17,3	2,4	12,18	20,4	17,7	2,7	13,24
19,5	17	2,5	12,82	19,5	17,2	2,3	11,79	19,7	17,2	2,5	12,69
19,7	17,2	2,5	12,69	19,6	17,3	2,3	11,73	19,8	17,2	2,6	13,13
19,6	17,2	2,4	12,24	19,9	17,6	2,3	11,56	19,7	17,1	2,6	13,20
19,7	17,2	2,5	12,69	19,4	17,3	2,1	10,82	19,6	17,1	2,5	12,76
19,6	17,2	2,4	12,24	19,7	17,5	2,2	11,17	19,4	16,9	2,5	12,89
20,4	18	2,4	11,76	19,7	17,5	2,2	11,17	19,3	16,7	2,6	13,47
19,8	17,4	2,4	12,12	19,6	17,4	2,2	11,22	19,4	16,9	2,5	12,89
19,8	17,4	2,4	12,12	19,7	17,6	2,1	10,66	20,3	17,7	2,6	12,81
19,6	17,3	2,3	11,73	19,5	17,4	2,1	10,77	19,6	17,1	2,5	12,76
19,7	17,4	2,3	11,68	19,8	17,7	2,1	10,61	19,8	17,1	2,7	13,64
19,6	17,3	2,3	11,73	19,4	17,4	2	10,31	20,2	17,5	2,7	13,37

19,6	17,3	2,3	11,73	20,2	17,7	2,5	12,38	19,7	17,1	2,6	13,20
20	17,6	2,4	12,00	19,2	16,8	2,4	12,50	19,5	17	2,5	12,82
19,6	17,6	2	10,20	19,2	16,8	2,4	12,50	19,6	17	2,6	13,27
20,3	17,6	2,7	13,30	19,6	17,3	2,3	11,73	19,8	17,2	2,6	13,13
19,6	17,1	2,5	12,76	19,6	17,3	2,3	11,73	19,7	17,2	2,5	12,69
19,5	17	2,5	12,82	19,4	17,1	2,3	11,86	19,6	17,1	2,5	12,76
19,4	17	2,4	12,37	19,7	17,4	2,3	11,68	19,6	17,1	2,5	12,76
20	17,5	2,5	12,50	19,8	17,5	2,3	11,62	19,6	17,1	2,5	12,76
19,3	16,9	2,4	12,44	20,1	17,9	2,2	10,95	19,6	17,1	2,5	12,76
19,5	17,1	2,4	12,31	19,7	17,5	2,2	11,17	19,3	16,9	2,4	12,44
19,4	17	2,4	12,37	19,6	17,4	2,2	11,22	19,5	16,9	2,6	13,33
19,3	17	2,3	11,92	19,7	17,6	2,1	10,66	19,6	17,1	2,5	12,76
19,2	16,9	2,3	11,98	19,7	17,6	2,1	10,66	19,4	16,9	2,5	12,89
19,2	16,9	2,3	11,98	19,6	17,5	2,1	10,71	19,6	17,1	2,5	12,76
19,6	17,3	2,3	11,73	19,5	17,4	2,1	10,77	19,3	16,8	2,5	12,95
19,3	17,1	2,2	11,40	19,9	17,5	2,4	12,06	19,6	17,1	2,5	12,76
19,7	17,3	2,4	12,18	19,4	17	2,4	12,37	19,5	16,9	2,6	13,33
20,1	17,1	3	14,93	19,5	17,2	2,3	11,79	19,7	17,1	2,6	13,20
19,6	16,8	2,8	14,29	19,6	17,4	2,2	11,22	19,5	17	2,5	12,82
19,7	16,9	2,8	14,21	19,4	17,2	2,2	11,34	19,7	17,2	2,5	12,69
19,4	16,7	2,7	13,92	19,5	17,2	2,3	11,79	19,6	17	2,6	13,27
19,7	17	2,7	13,71	19,3	17,1	2,2	11,40	19,4	16,9	2,5	12,89
19,7	16,9	2,8	14,21	19,3	17,1	2,2	11,40	20,2	17,7	2,5	12,38
20,2	17,5	2,7	13,37	20,1	17,8	2,3	11,44	19,6	17,1	2,5	12,76
19,5	17	2,5	12,82	19,5	17,4	2,1	10,77	19,6	17,1	2,5	12,76
19,5	17	2,5	12,82	19,8	17,6	2,2	11,11	19,5	17	2,5	12,82
19,3	16,9	2,4	12,44	19,8	17,6	2,2	11,11	19,5	17	2,5	12,82
19,5	17	2,5	12,82	19,6	17,5	2,1	10,71	19,6	17,1	2,5	12,76
19,6	17,2	2,4	12,24	19,7	17,6	2,1	10,66	20,3	17,7	2,6	12,81
19,6	17,1	2,5	12,76	19,5	17,4	2,1	10,77	19,5	17	2,5	12,82
19,7	17,2	2,5	12,69	19,9	17,3	2,6	13,07	20,2	17,6	2,6	12,87
20,2	17,1	3,1	15,35	19,6	17	2,6	13,27	20,3	17,6	2,7	13,30
19,5	16,5	3	15,38	19,5	16,9	2,6	13,33	20,4	17,7	2,7	13,24
19,5	16,5	3	15,38	19,7	17,1	2,6	13,20	19,6	17	2,6	13,27
19,7	16,6	3,1	15,74	19,6	17	2,6	13,27	19,8	17,2	2,6	13,13
19,5	16,4	3,1	15,90	19,3	16,8	2,5	12,95	19,6	17	2,6	13,27
19,4	16,4	3	15,46	19,1	16,6	2,5	13,09	19,6	17,1	2,5	12,76
20,3	17,2	3,1	15,27	19	16,5	2,5	13,16	19,5	16,9	2,6	13,33
19,8	16,9	2,9	14,65	20,2	17,6	2,6	12,87	19,6	17	2,6	13,27
19,7	16,8	2,9	14,72	19,6	17,1	2,5	12,76	19,5	16,9	2,6	13,33
19,7	16,9	2,8	14,21	19,7	17,3	2,4	12,18	19,7	17,1	2,6	13,20
19,6	16,9	2,7	13,78	19,7	17,4	2,3	11,68	19,6	17	2,6	13,27
19,6	17	2,6	13,27	19,5	17,2	2,3	11,79	19,5	16,9	2,6	13,33
19,5	17	2,5	12,82	19,5	17,3	2,2	11,28	19,4	16,9	2,5	12,89
19,6	16,8	2,8	14,29	19,3	17,1	2,2	11,40	19,4	16,9	2,5	12,89
19,6	16,8	2,8	14,29	-	-	-	-	-	-	-	-



V tabulce č. 6 je uveden příklad naměřených hodnot hmotnosti výrobku před sušením a hmotnosti výrobku po sušení, pro čas sušení 22 hodin. Z rozdílu hodnot byl vypočten technologický úbytek v gramech a následně vyjádřen v procentech vůči hmotnosti výrobku před sušením. Hodnoty procentuálního úbytku jsou podbarveny na základě výše úbytku vzhledem k jednotlivému karátku. Tímto způsobem byl naměřen soubor dat pro všechny časy sušení zaznamenané v tabulce č. 4. Pro velké množství dat byl uveden pouze jeden soubor, zbytek dat je k nahlédnutí u autora.